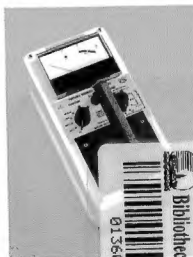


# اساسيات الفيزياء الطبيه واجهزتها

ا.د. محمد احمد محمود جمعه



دار الراتب الجامعية



DAR EL-RATEB AL-JAMIAH

Bibliotheca Alexandrina  
01360220



اساسيات  
الفيزياء الطبيه واجهزتها



شركة مشورات :  
دار الراتب الجامعية

سجل تجاري ٤٧١٨٤ / بيروت

الإدارة : بناية اسكندراني رقم (٣) الطابق (٢) مقابل مسجد الجامعة  
المكتبة : بيروت - بناية سعيد جعفر - تجاه جامعة بيروت العربية

ص . ب : ١٩٥٢٢٩ بيروت / لبنان

تلفون : ٣٠٦٥٠٥ - ٣١٧١٦٩ - ٣١٣٩٢٣ - ص . ب . ١٩٥٢٢٩

تلکس RATEB 43917 LE

# اساسيات الفيزياء الطبيه واجهزتها

أ.د. محمد احمد محمود جهمه

حقوق الطبع محفوظة للناسر

## تقديم

يهدف الكتاب الى تعريف المواطن العادي بالاشعة الطبية . وكما هو معروف للجميع إن هذه الأشعة تستخدم في تشخيص الامراض وعلاجها .

وتقسم الاشعة الطبية الى عدة مجموعات أهمها الاشعة الكهرومغناطيسية والمواد المشعة وفوق الصوتيات وعليه فإن الهدف الرئيسي الأول لهذا الكتاب هو التعريف بالاشعة السينية والمواد المشعة وفوق الصوتيات ، دون التركيز على النظريات العلمية أو استخدام المعادلات الرياضية العالية في التعريف والاستعانة بخواص وصفات هذه الأشعة .

وبعد التعريف بالاشعة الطبية يكون الهدف الرئيسي الثاني لهذا الكتاب هو شرح مبسط لاستخدام الاشعة الطبية في تشخيص الأمراض وكذلك شرح مبسط في استخدام هذه الأشعة للعلاج .

ولما كانت الاشعة الطبية تنطلق من خلال اجهزة ومعدات تدخل حاليا ضمن أحد أفرع علم الهندسة الكهربائية والمعروف حاليا بعلم الهندسة الحيوية الطبية لذا فإن الهدف الرئيسي الثالث لهذا الكتاب هو الالمام بمكونات هذه الأجهزة من خلال ذكر خواصها وصفاتها .

وتعتمد الفكرة الرئيسة لهذا الكتاب على على عدة وسائل للإيضاح  
كمادة العلمية والرسوم التوضيحية والمراجع العلمية واخيرا قائمة  
بالمصطلحات العلمية العربية والانكليزية التي استخدمت فصلا فصلا .

ولتحديد من هو المستفيد من قراءة هذا الكتاب فهو القارئ العادي  
المهتم بقضايا تبسيط العلوم وطلبة المرحلة الثانوية وطلبة المعاهد الصحية  
وطلبة كليات الطب والهندسة والعلوم والتربية والعاملين في المجال الطبي  
والعاملين في مجال الوقاية من الاشعاع والعاملين في مجال الفيزياء الصحية .

المكتبة العربية في حاجة الى كتاب معاصر يصل الى المريض والطبيب  
والجهاز الفني لذا اخترت الموضوع وأسلوب العرض ليلبي احتياجات القاعدة  
العريضة من المواطنين .

ويمكن تقسيم الكتاب الى ثلاثة أبواب . الباب الأول يختص بالاشعة  
الكهرومغناطيسية والأجهزة والباب الثاني يختص بظاهرة النشاط الاشعاعي  
وتفاعل الاشعاع مع المواد والكشف عن الاشعاع والباب الثالث يختص  
بالتطبيقات والذي يشمل على فوق الصوتيات والطب النووي والتشخيص  
والعلاج بالاشعاع . وختاما فإن الكتاب الحالي يتضمن ٧٠ شكل توضيحي  
واكثر من ٥٠٠ مصطلح علمي باللغتين العربية هذا بالإضافة الى المراجع  
التي يرجو المؤلف الرجوع لها عند الحاجة الى ذلك والله الموفق .

د. محمد احمد محمود جمعة

القاهرة اغسطس ١٩٨٥

روجع في أبها

يناير ١٩٨٦

ربيع ثاني ١٤٠٦



## محتويات الكتاب

٥	تقديم .....
	الباب الأول :
٩	الأشعة الكهرومغناطيسية والأجهزة .....
	الفصل الأول :
١١	التركيب الذوي والأشعة الكهرومغناطيسية .....
	الفصل الثاني :
٢١	الأشعة السينية وتوليدها .....
	الفصل الثالث :
٣١	مولدات الأشعة السينية .....
	الفصل الرابع :
٣٧	الحث الكهرومغناطيسي والتيار المتردد .....
	الفصل الخامس :
	الانبعاث الايوني الحراري واشباه الموصلة وراسم ذبذات أشعة
٤٥	المهبط .....

	الباب الثاني :
	نشاط الاشعاعي وتفاعل المواد مع الاشعاع والكشف
٥٥	عن الاشعاع .....
	الفصل السادس :
٥٧	نشاط الاشعاعي .....
	الفصل السابع :
٦٥	تفاعل الاشعاع مع المواد .....
	الفصل الثامن :
٧١	الكشف عن الاشعاع المؤين .....
	الباب الثالث :
٧٧	فوق الصوتيات - الطب النووي التشخيص والعلاج بالاشعاع .....
	الفصل التاسع :
٧٩	فوق الصوتيات .....
	الفصل العاشر :
٨٧	الطب النووي .....
	الفصل الحادي عشر :
٩٧	التشخيص بالأشعة .....
	الفصل الثاني عشر :
١٠٩	فيزياء العلاج بالأشعة .....
	ملحق (١) :
١١٧	النظام الدولي للوحدات .....
	ملحق (٢) :
١١٨	ثوابت فيزيائية .....

## الباب الأول

# الأشعة الكهرومغناطيسية والأجهزة

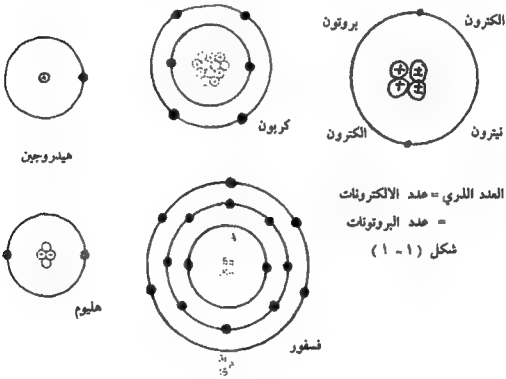


## الفصل الأول

### التركيب الذري والأشعة الكهرومغناطيسية

#### الذرة

١ - العدد الذري لعنصر هو عدد الالكترونات في الذرة المتعادلة .  
والعدد الذري يحدد الشحنة النووية . كما ان العدد الذري لعنصر هو عدد  
البروتونات في نواة ذرة العنصر . ( شكل ١ - ١ ) .



٢ - والنيكلون قد يكون بروتون او نيوترون بنواة الذرة. (شكل ١- ٢) .

٣ - جميع نظائر العنصر لها نفس العدد الذري. وتحدد الخواص الكيميائية لعنصر بواسطة العدد الذري. كما أن الخواص الكيميائية متشابهة لعنصر له نظائر مختلفة.



نيوترون



بروتون

شكل (١- ٢) النيكلون بروتون أو نيوترون

٤ - غاز الهيدروجين مثلاً له ثلاثة نظائر كل نظير له نفس الخواص الكيميائية (شكل ١- ٣) .



هيدروجين-٣



هيدروجين-٢



هيدروجين-١

شكل (١- ٣) نظائر الهيدروجين

٥ - وحدة كتلة الذرة تعتمد على نظير الكربون. (شكل ١- ٤) .

$12 +$  وحدة كتلة الذرة شكل (١- ٤)



٦ - كتلة البروتون أقل من كتلة النيوترون . وهي تعادل تقريبا ١٨٠٠ مرة .

كتلة الالكترون .

٧ - طاقة الربط للالكترون هي الطاقة اللازمة لنزع الكترون من

مداره .

٨ - ان وحدة الالكترون فولت وحدة طاقة متناهية في الصغر وتساوي

الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات بين نقطتين فرق الجهد بينهما يساوي واحد فولت .

٩ - ترتبط الذرات مع بعضها لتكوين جزيئات بواسطة الروابط الايونية

والروابط ثنائية التكافؤ والروابط الهيدروجينية .

### الاشعة الكهرومغناطيسية

١٠ - ان موجات الراديو واشعة جاما والموجات دون الحمراء انواع

مختلفة للاشعاع الكهرومغناطيسي .

١١ - اذا كانت رمز التردد و س السرعة وط طول الموجة لذا فإن :

$$س = ت \times ط$$

$$و ت = س \div ط$$

واذا نقص طول الموجة زاد التردد .

١٢ - جميع الاشعاعات الكهرومغناطيسية يعبر عن طاقتها بدلا له وحدة

الالكترون فولت وهو يساوي :

$$١,٦ \times ١٠^{-١٩} \text{ جول}$$

١٣ - ان جميع الاشعاعات الكهرومغناطيسية تنطلق بسرعة مقدارها

٣٠٠ الف كيلومتر في الثانية من الفراغ .

١٤ - الكم هو كمية من الطاقة الكهرومغناطيسية .

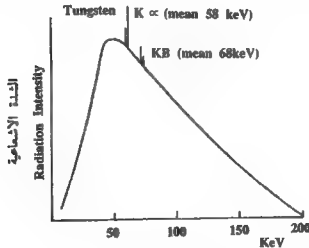
١٥ - الكم الذي طاقته ١٠٠ كيلو إلكترون فولت ذات طول موجة الميكرومتر والميكرومتر واحد من المليون من المتر . والكم له طاقة تتناسب مع تردده .

١٦ - ثابت بلانك عبارة عن خارج قسمة طاقة فوتون على تردده . كما ان له وحدات جول مضروبة بالثواني . كما ان ثابت بلانك هو حاصل ضرب الطاقة وطول الموجة مقسوما على السرعة .

١٧ - ان الضوء المرئي قد ينتج عندما تهيج الالكترونات المدارية . ان طول موجة الضوء المرئي تقع في المدى من ٤٠٠ نانومتر إلى ٧٠٠ نانومتر . كما ان طاقة الضوء المرئي تتراوح بين ٣,١ الى ١,٧ إلكترون فولت .

١٨ - ان شدة الاشعة الكهرومغناطيسية لها وحدة واط لكل متر مربع او (جول لكل ثانية) لكل متر مربع .

١٩ - اذا رسم شدة الفوتون بدلا له طاقة الفوتون - يمكن حساب الشدة الكلية ونحصل على توزيع الشدة الطيفي . (شكل ١ - ٥) .



توزيع الشدة الطيفي -  
المهدف تنجستن .  
شكل (١ - ٥)

طاقة الفوتون بالكيلو إلكترون فولت



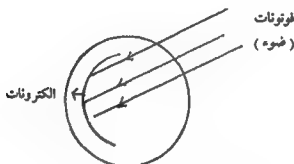
٢٠ - ان التغير في الشدة مع المسافة لمصدر اشعة كهرومغناطيسية في الفراغ يعتمد على الحجم الطبيعي للمصدر.

٢١ - إن الطيف الخطي قد يعني وجود أكثر من طاقة. كما أنه مشابه للطيف احادي الطاقة monochromatic وأنه ينبعث عند تسخين بعض العناصر.

٢٢ - يعبر عن نوع الاشعة الكهرومغناطيسية بدلا له الطاقة - النفاذية وطول الموجة.

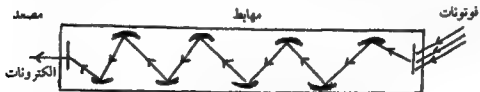
### التأثير الكهروضوئي

٢٣ - إن التأثير الكهروضوئي للضوء مرتبط بانبعث الالكترونات عندما تتعرض مادة للضوء . كما أنه مرتبط بالمنطقة فوق البنفسجية من الطيف . شكل (١ - ٦) .



شكل (١ - ٦) خلية ضوئية

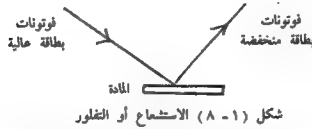
٢٤ - إن الخلية الضوئية عبارة عن جهاز يستخدم لتوليد تيارات كهربية وكذلك لقياس شدة الضوء.



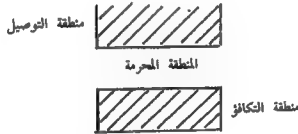
شكل (١ - ٧) الضارب الفوتوني

٢٥ - إن الضارب الفوتوني يتكون من سلسلة من المهابط dynodes وهو أكثر حساسية من الخلية الضوئية. شكل (١ - ٧) .

٢٦ - الاستشعاع - الفلور - Fluorescence ويحدث نتيجة حركة الإلكترونات المدارية داخل ذرة. ويمكن وصفه كومبض Luminescence تلالؤ أو تالؤ. وإن التلور يؤدي الى توليد فوتونات ذات طاقة منخفضة من فوتونات ذات طاقة عالية. شكل (١ - ٨) .



٢٧ - إن ظاهرة التلور يمكن وصفها بدلالة المصادد الالكترونية والتي تكون عادة متثلة وتكون في المنطقة المحرمة Forbidden hand. شكل (١ - ٩) .



شكل (١ - ٩) ترتيب المناطق بأشياء الموصلات

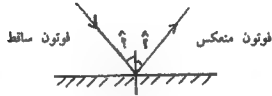
٢٨ - إن الاشعاع دون الحمراء ينبعث من جسم ساخن جدا كما انه يخضع لقانون التريبع العكس.

## ضوء

٢٩ - إن الأجهزة المستخدمة لتوليد مناظر مجسمة تستخدم مصادر

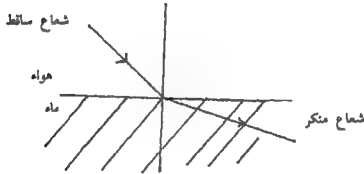
ضوئية احادية الطاقة - لمناذج تداخل ضوئية light pattern، وتستخدم ايضا مرآة.

٣٠ - عند انعكاس الضوء فإن زاوية السقوط تساوي دائما زاوية الانعكاس (شكل ١ - ١٠).



شكل (١ - ١٠) انعكاس الأشعة

٣١ - عند انكسار الضوء يحدث تغير في الاتجاه - إن النسبة بين جيب زاوية السقوط الى جيب زاوية الانكسار يساوي معامل الانكسار بين الوسطين . وعند انكسار الضوء بين الهواء والماء فإن معامل الانكسار = ١,٣ (شكل ١ - ١١).



شكل (١ - ١١) - انكسار الأشعة

### مصطلحات علمية

atomic number  
element

العدد الذري  
عنصر

nuclear	نيكلون
nucleus	نواة
neutral atom	ذرة متعادلة
charge	شحنة
proton	بروتون
neutron	نيترون
isotope	نظير
chemical properties	خواص الكيمائية
hydrogen	غاز الهيدروجين
atomic mass unit	وحدة كتلة الذرة
binding energy	طاقة الربط
electron volt	الالكترون فولت
molecules	جزيئات
electromagnetic radiation	اشعة كهرومغناطيسية
radio waves	موجات الراديو
gamma ray	اشعة جاما
infra-red waves	موجات دون الحمراء
frequency	التردد
velocity	سرعة
wave length	طول الموجة
vacuum	فراغ
quantum	الكم
photocell	خلية ضوئية
device	جهاز
electric current	تيار كهربى

light intensity	شدة الضوء
photomultiplier	الضارب الفوتوني
dynodes	مهابط
anode	مصعد
fluorescence	التفلور - الاستشعاع
luminescence	التلألؤ - التألّق
electron trap	مصيدة الإلكترون
inverse square law	قانون التربيع العكسي
hologram	التجسيم
monochromatic	احادي طول الموجة
reflection	الانعكاس
incidence	السقوط
reflection	انكسار
reflective index	معامل الانكسار

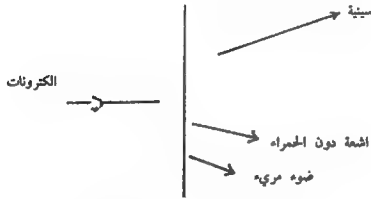


## الفصل الثاني

### الأشعة السينية وتوليدها

#### انبوبة الاشعة السينية

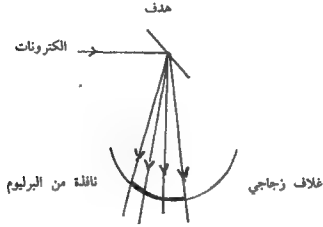
- ١ - تتولد الاشعة السينية عندما تصطدم الالكترونات ذات الطاقة العالية مع أي مادة.
- ٢ - في أنبوبة الاشعة السينية تتولد ايضا الاشعة دون الحمراء والضوء المرئي. شكل (٢ - ١) .
- ٣ - ان الهدف المصنوع من مادة التنجستن في انبوبة الاشعة السينية يتبخر خلال العمر الافتراضي للانبوبة.



شكل (٢ - ١) توليد الأشعة السينية

٤ - يستخدم النحاس في تركيبات مصعد انبوية اشعة اكس الثابتة وذلك لأنه موصل حراري جيد .

٥ - تستخدم نافذة من البرليوم في انبوية اشعة اكس حيث ان لها معامل توهين ( تقليل - تخفيف ) منخفض للأشعة السينية . شكل ( ٢ - ٢ ) .



شكل ( ٢ - ٢ ) توليد الأشعة السينية .

٦ - إن الغلاف الزجاجي لانبوية اشعة اكس مدهون من الداخل بطبقة من التنجستن .

٧ - إن بعض المصاعد الدورانية ذات قاعدة من الملبديوم حيث انها ذات سعة حرارية اعلى من التنجستن .

٨ - إن بعض اهداف المصاعد الدورانية مصنعة من سبيكة من الرونيوم - تنجستن حيث انها ذات نقطة انصهار منخفضة من التنجستن وحتى تزيد مقاومتها ضد تآكل الأثر (track) .

٩ - إن المبديء للمصعد الدوراني لانبوية اشعة اكس غير معروف كدرع .

١٠ - المساحة الفعلية (المؤثرة) للنقطة البؤرية وهي تساوي حاصل

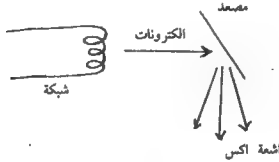


ضرب مساحة النقطة البؤرية  $\times$  جيب زاوية الهدف. وإذا كانت صغيرة فإنها تقلل شبه الظل penumbra.

١١ - ان سرعة الدوران العالية للمصعد تتضمن سرعات تصل الى ١٠٠٠٠ دورة في الدقيقة. كما انها تستخدم لزيادة قدرة الانبوبة لتعرضات الزمن الصغير.

١٢ - مجمع رأس المهبط لانبوبة اشعة اكس يستخدم عادة من النيكل النقي. ويوفر تجميع focussing للشعاع الالكتروني.

١٣ - ان شبكة انبوبة اشعة اكس تصل درجة حرارتها الى ٢٠٠٠ درجة مئوية خلال التعرض. شكل (٢ - ٣).



شكل (٢ - ٣) توليد الأشعة السينية

١٤ - ان غطاء housing انبوبة اشعة اكس مصنوع من سبيكة من الألومنيوم. ويحتوي على الجزء الساكن stator من انبوبة اشعة اكس وهو دائما ذو جهد صفري.

١٥ - إن الزيت في غطاء انبوبة اشعة اكس هو احدى الطرق لفقدان الطاقة ويجب ان يكون عازل جيد.

١٦ - إن قدرة rating انبوبة اشعة اكس تسمح بحساب معاملات اقصى التعرض. وهي حاصل ضرب فرق الجهد بالكيلوفولت والتيار بالأملي امبير والزمن. وتعتمد على حجم النقطة البؤرية.

١٧ - ان الترشيح الذاتي لانبوبة اشعة سينية تشخيصية هو المسؤول عن امتصاص اشعة اكس ذات طول موجة صغير.

١٨ - إن مرشح Thoraues في أنبوبة اشعة اكس العلاجية يعمل على توهين الشعاع لوجود القصدير tim بالمرشح . وهو معروف كمرشح مركب composite filter .

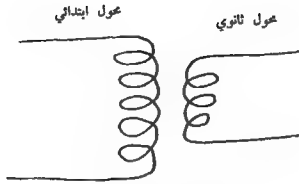
١٩ - تستخدم إخداف المولبدنيوم في انابيب اشعة اكس عند الجهود المنخفضة (بالكيلوفولت) وبسبب طاقة اشعتها المميزة characteristic radiation وتكون عادة بها مرشح مولبدنيوم .

٢٠ - إن وحدة اشعة سينية الموحدة ذاتيا تسمح بتوحيد نصف الموجة لتيار الانبوبة . وعادة ما تكون الانبوبة ذات قدرة منخفضة .

٢١ - مع وحدة موحد بأربع صمامات قنطرية يستخدم ٣ مخولات شبكية filament transformer .

٢٢ - ان موحد الثلاثة اطوار يؤدي الى امكانية استخدام قدرات عالية . ويعني سريان التيار الكهربائي كل الوقت خلال التعرض . ويؤدي الى جهد ذو شكل موجي waveform ثابت دائيا .

٢٣ - ان محول الجهد العالي ذو اسلاك سميكة من المحول الابتدائي عند المحول الثانوي وهو عبارة عن وسيلة للعزل الكهربائي لدائرتي المحول الابتدائي والمحول الثانوي . وإن المحول مغموس بالزيت . شكل ( ٢ - ٤ ) .

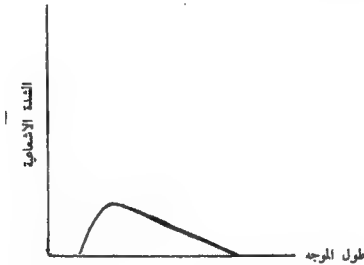


محول الجهد العالي شكل (٢ - ٤)

### فيزياء الاشعة السينية

٢٤ - ان الكترون الطاقة العالية المصطدم بهدف من انبوبة اشعة اكس قد يؤدي الى تأين ذرات الهدف. وقد يغير اتجاه بعد تفاعله مع ذرة الهدف. وقد يقف عند تفاعله الأول.

٢٥ - اشعة الفرملة يمكن وصفها بأنها الاشعة البيضاء white radiation وتعني اشعة التوقيف وهي عادة على شكل طيف مستمر شكل (٢ - ٥).



شكل (٢ - ٥) الاشعة البيضاء

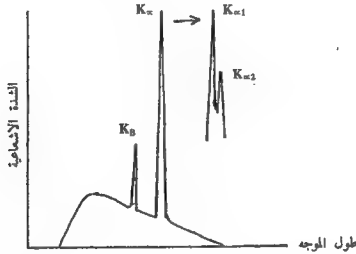
٢٦ - عندما يقترب الكترون الطاقة العالية من نواة ذرة الهدف فإنه ينحرف ويبطئ من سرعته وتولد اشعة اكس .

٢٧ - ان طيف اشعة اكس المستمر ذو مدى عريض من الطاقات وهو نتيجة تفاعل الالكترونات على مسافات من نواة ذرة الهدف وله طاقة عظمى .

٢٨ - إن اقصى طاقة لطيف اشعة اكس المستمر يعتمد فقط على اقصى جهد للانبوية .

٢٩ - عندما تتفاعل الالكترونات المسرعة مع هدف اشعة اكس فإنها تبطئ decelerated بسرعة .

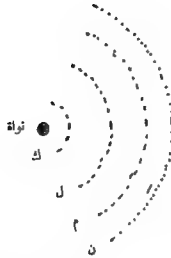
٣٠ - يطلق على الأشعة المميزة لأنها تختص بمادة الهدف . شكل ( ٢ - ٦ ) .



شكل ( ٢ - ٦ ) الأشعة البيضاء والأشعة المميزة

٣١ - إن اشعة اكس المميزة تنتج من انتقالات الالكترونات المدارية .

٣٢ - خط ك من الاشعة السينية المميزة تنبعث من هدف تنجستن اذا كان قمة الجهد الكهربى للانبوية بالكيلوفولت اكبر من طاقة ربط الكترونات المدارك شكل ( ٢ - ٧ ) .



شكل (٢ - ٧) ترتيب المدارات حول نواة اللرة

٣٣ - ان شدة الشعاع السيني عند نقطة في الهواء تعتمد على فرق الجهد المستخدم . كما تعتمد على شكل الموجة للجهد عبر الانبوية .

٣٤ - اذا كانت شدة الشعاع السيني عند نقطة في الهواء = آ فإنها ستكون اقل من آ اذا قل العدد الذري للهدف .

٣٥ - اذا زاد العدد الذري لمادة هدف انبوية اشعة اكس فإن الاشعة المميزة تكون بطاقة اعلى او تستخدم انبوية بتيار اقل للحصول على نفس الشدة السينية .

## مراجع

- 1 - John H.E., Cunningham J.R., 1980 The Physics of radiology. Thomas, Illinois, ch 2.
- 2 - Meredith W.J., Massey J.B. 1977, Fundamental of radiology. Wright, Bristol, ch 5.

## مصطلحات علمية

production	انتاج
tungsten	تنجستن
filament	شبكة
target	هدف
lifetime	العمر الافتراضي
evaporate	تبخير
copper	نحاس
anode	مصعد
beryllium	مادة البريليوم
window	نافذة
absorb	يمتص
attenuation	توهين
coefficient	معامل
envelope	غلاف
layer	طبقة
coated	مطلي
rotating	دوراني
molybdenum	مادة المولبدنيوم
specific heat	السعة الحرارية
rhenum	مادة الروينيوم
alloy	سبيكة
erosion	تآكل
focal area	المساحة البؤرية
revolutions per minute	دورات لكل دقيقة

cathode head	رأس المهبط
potenial	جهد
exposure	تعرض
housing	اسكان
filtration	ترشيح
diagnostic	تشخيص
therapy	علاج
rectification	توحيد
phase	طور
transformer	محول
high tension	جهد عالي
bremsstrahlung radiation	اشعة الفرملة ( أشعة بزمستر هلوبخ )
continuous	مستمر
acceleration	عجلة التسارع
characteristic	مميزة





### الفصل الثالث

## مولدات الأشعة السينية

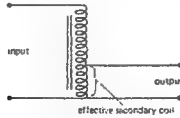
## X-Ray Generators

### المحول

١ - إن المحول الذاتي في المولد يسمح للمشغل معادلة compensate التغيرات في فرق الجهد المغذى الكهربائي الرئيسي mains . شكل (٣ - ١) .

٢ - المحولات الذاتية قد ترفع جهد المغذي الرئيسي أو تخفضه .

٣ - مقياس الكيلوفولت تقيس قيم جذر متوسط مربعات الجهد (V-ج) وهو معيار لقراءة فرق جهد القمة .



شكل (٣ - ١) محول ذاتي  
Auto trans (محول أوتو)

٤ - محول الجهد العالي يعمل بمبدأ الحث الذاتي ويمكن وصفه كعازل كهربائي .

٥ - ان نسبة التحويل لمحول الجهد العالي قد تصل ٥٠٠ الى واحد وهو نسبة الجهد الثانوي إلى الجهد الأولي .

### الجهد العالي

٦ - كايالات الجهد العالي المستخدمة في وحدة اشعة اكس تصل انبوبة اشعة اكس الى المحول الثاني لمحول الجهد العالي . ويجب ان تكون متحركة وذات شاشة خارجية ارضية (طبقة) .

٧ - ان كابلات الجهد العالي ذات سعة كهربائية ويجب ان تتحمل الصدمات .

٨ - إن شبكة المحول ذات ملف ثانوي وهو ذو جهد عالي . كما ان تيار الثانوي اكبر من تيار الملف الابتدائي .

٩ - مقياس الميللي امبير (التيار) يسجل فقط عند اجراء تعرض بالاشعة السينية وهو متصل بنقطة في الدائرة ذات جهد كهربائي ارضي .

١٠ - اذا وصلت انبوبة اشعة اكس مباشرة لمحول الجهد العالي يتم التوحد الذاتي .

١١ - ان دائرة موحد الاربعة صمامات القنطرية يؤكد ان مصعد انبوبة اشعة اكس لا يكون سالبا وهو موصل بين محول الجهد العالي وانبوبة اشعة اكس .

١٢ - ان موحد اربعة الصمامات القنطرية يتطلب ٣ محولات شبكية لتشغيل الصمامات ، ويمنع سريان التيار العكسي خلال انبوبة اشعة اكس .

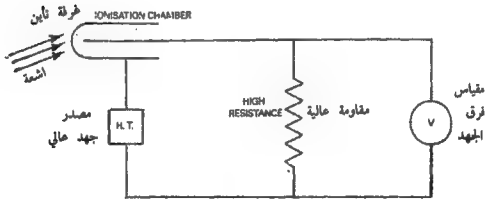
١٣ - عند توصيل المكثفات عبر انبوبة اشعة اكس فلإنها تعمل على تنعيم شكل الموجة الجهدي . ويولد تموج (ripple) جهدي .

١٤ - تستخدم الصمامات الثلاثية في دائرة الجهد العالي كمفتاح ثانوي .

١٥ - ان شكل الموجه الجهدي ذو النبضات الست يتطلب استخدام تنفيذ ذو ٣ أطوار 3 phase ويتولد بواسطة ست صمامات ثنائية وينتج شكل وجه جهدي ثابت .

١٦ - عند زيادة مقاومة الأم ينتج انخفاض في جهد انبوبة اشعة اكس .  
وعادة تكون جزء من الاوم وهي عبارة عن مجموع المقاومات لعدد من المكونات .

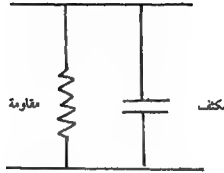
١٥ - يستخدم من وحدات اشعة اكس التشخيصية الحديثة ساعة الكترونية ، والغرف المؤينة كساعة وكذلك الضواريب الفوتونية لتحديد زمن التعرض . شكل (٣ - ٢) .



شكل (٣ - ٢) غرفة تأين

١٦ - الساعة الالكترونية تعتمد على شحن مكثف خلال مقاومة وقد يتواجد بدائرتها صمام ثلاثي غازي وقد يستخدم أيضاً صمام ثنائون .  
شكل (٣ - ٣) .

١٧ - بالساعة الذاتية قد يستخدم ضواريب الفوتونية وعادة يستخدم بها أكثر من غرفة تأين .



شكل ( ٣ - ٣ ) الساعة الالكترونية

١٨ - تستخدم مشبكات القواطع interlocks في دائرة الاشعة السينية لمنع تجمعات خاصة من الكيلوفولت والميللي امبير من الاختيار. ولمنع التسخين الزائد لانبوية اشعة اكس وقد تكون مرحلات relays.

### مراجع

Jaundrell — Thompson F. A Shworth W. J, 1970. X - Ray Physics and equipment, Blackwell, Oxford, chs 13 - 20.

autotransformers	محول ذاتي
generator	مولد
mains voltage	جهد الأم ( الرئيسي )
step up	يرفع
step down	ينخفض
calibration	معايرة
mutual induction	الحث الذاتي
transformation ratio	نسبة التحويل
cables	كابلات
capacity	سعة
shock proof	ضد الصدمات

insulator	عازل
current	تيار كهربى
rectification	توحيد
valve	صمام
bridge	قنطرة
smoth	ناعم
triode	صمام ثلاثى
diode	صمام ثنائى
mains	التغذية الرئيسية
resistance	مقاومة
ohm	أوم
electronic timers	ساعات الكترونية
ionisation chamber	غرفة تأمين
gas filled triode	صمام ثلاثى غازى
thyatron	صمام ثيراترون
interlocks	معشقات
relays	مرحلات



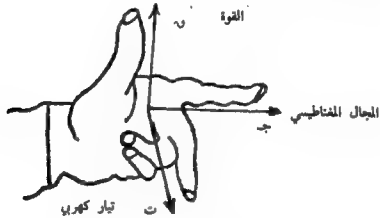
## الفصل الرابع

### الحث الكهرومغناطيسي والتيار المتردد

### Electromagnetic Induction and Alternating Current

#### الحث المغناطيسي

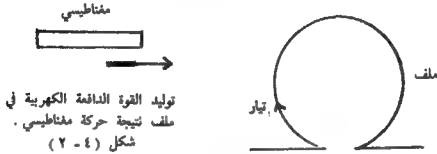
١ - إن القوة الدافعة الكهربائية يمكن حثها بواسطة سالك متحرك في مجال مغناطيسي أو بواسطة مجال مغناطيسي متحرك عبر موصل أو بواسطة حركة ميكانيكية لموصل ومغناطيس . شكل ( ٤ - ١ ) .



شكل ( ٤ - ١ ) قاعدته للمنتج

٢ - تزداد مقدار القوة الدافعة الكهربائية عبر موصل معتمدة على معدل الحركة وهي ترتبط مع قوة المجال المغناطيسي الذي تعبره . كما انها مقياس لعملية تحويل الطاقة .

٣ - عند تحريك مغناطيس بالقرب من ملف من سلك. فإن هذا يحدث قوة دافعة كهربية تتولد عبر الاسلاك. شكل (٤ - ٢) .

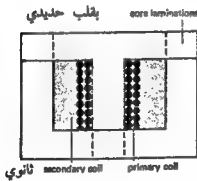


٤ - ينص قانون فراادي ان القوة الدافعة الكهربائية المحثة مرتبطة بمعدل التغير في نبض الوصلة linkage.

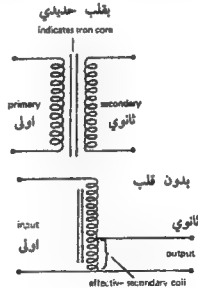
٥ - ينص قانون لينز Lenz ان القوة الدافعة الكهربائية المحثة تكون في اتجاه معاكس للتغيرات المسببة له .

٦ - عند توصيل بطارية اوليا إلى ملف سلكي ينتشر تيار مستمر ويتولد قوة دافعة كهربية خلفية ويحدث حث ذاتي.

٧ - إن الحث الذاتي للملف سلكي يقل إذا كان عدد لفات السلك أقل ويزيد إذا كان الملف بقلب حديدي . ( شكل ٤ - ٣ ) .



شكل (٤ - ٣) محولات





٨ - إن الحث المتبادل للملفين يعتمد على عدد لفات السلك في الملف الأولي كما يعتمد على المسافة بين الملفين .

٩ - إن المحول جهاز يعمل على مبدأ الحث الذاتي ويقدر على تحويل الجهد الحالي الى جهد المنخفض .

١٠ - إذا وصل محول بتيار مستمر دائم فلا يمر تيار في الملف الثانوي . وإذا كان عدد اللفات من الملف الابتدائي اكبر من عدد اللفات من الملف الثانوي فإن هذا المحول يعرف بمحول الرفع .

١١ - إذا كان بالمحول دائرة مفتوحة من الملف الثانوي ومتصل بمغذي للتيار المتردد لا تتولد قوة دافعة كهربية خلفية من الملف الثانوي .

١٢ - إذا وصل الملف الثانوي لمحول الى حمل من المقاومة فإن تيار الملف الثانوي يعتمد على مقاومة الحمل وتتولد قوة دافعة كهربية خلفية في الدائرة الثانوية كما تتولد قوة دافعة كهربية سالبة في الدائرة الأولية .

١٣ - السبب من استخدام قلب حديدي في ملف هو تقليل الفقد المغناطيسي وتحسين نسبة التحويل .

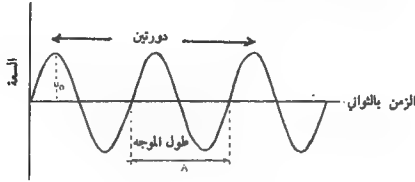
١٤ - إن وحدة الحث واحدة لكل من الحث الذاتي والحث المتبادل . وهي وحدة الهنري ويعبر عنها بدلالة نظام الوحدات العالمي  $m^2 Kg s^{-2} A^{-2}$  أي متر مربع . كيلوجرام لكل ثانية مربعة . أمبير مربع .

١٥ - إذا دار ملف سلكي بدائرة مفتوحة بين قطبين مغناطيسيين فإنه يتولد فرق جهد متردد عبر الملف وإن سعة amplitude القوة الدافعة الكهربائية المحثة تعتمد على سرعة دوران الملف .

١٦ - إذا دار ملف سلكي بين قطبين مغناطيسيين فإن تردد القوة الدافعة الكهربائية المحثة تعتمد على سرعة الدورات .

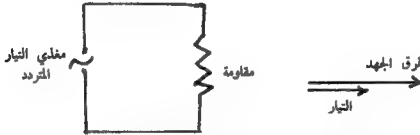
## التيار المتردد

١٥ - إذا كان تردد المغذي التيار المتردد ٥٠ هرتز تتولد ١٠ دورات في زمن  $\frac{10}{2}$  من الثانية ويكون جذر متوسط مربع الجهد يساوي جهد القمة مضروباً في  $\frac{10}{7}$ . شكل (٤ - ٤) .



التردد = عدد الدورات في الثانية  
شكل (٤ - ٤) التيار المتردد

١٨ - إذا وصل مغذي للتيار المتردد عبر مقاومة نقية (خالصة) فإن القدرة الناتجة يمكن حسابها إذا عرفت قيمة جذر متوسط مربع التيار والمقاومة. شكل (٤ - ٥) .



شكل (٤ - ٥) مرور التيار المتردد في مقاومة

١٩ - إذا وصل مغذي التيار المتردد عبر ملف حث نقي فإن القدرة المتولدة من الملف = صفر وإن شكل الموجة للتيار يكون  $90^\circ$  بالنسبة للطور وبالنسبة إلى فرق الجهد يسبق فرق الجهد للتيار بزاوية طور  $90^\circ$ . شكل (٤ - ٦) .



شكل (٤ - ١٦) تيار متردد في دائرة ملف

٢٠ - يعرف ملف حث نقي بملف الصدمة .

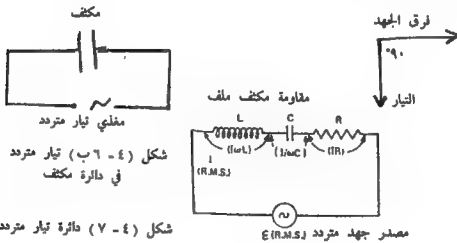
٢١ - إذا وصل مغلي تيار متردد للملف سلكي له مقاومة فإن الدائرة لها ممانعة impedance تعتمد على المقاومة ومفاعلة reactance الملف وان فرق الطور بين فرق الجهد والتيار يعتمد على قيم المقاومة والمفاعلة .

٢٢ - ان معامل القدرة في دائرة تيار متردد تساوي المقاومة مقسومة على

$$\frac{\text{المقاومة}}{\text{الممانعة}} = \text{معامل القدرة}$$

كما انها تساوي جيب فرق الطور بين فرق الجهد والتيار اي :  
معامل القدرة =  $\cos(\text{زاوية فرق الطور})$

٢٣ - تحتوي دائرة تيار متردد عادة على مقاومة ومحثه ومكثف متصلة على التوالي . وإذا كانت مفاعله المكثف تساوي مفاعله المحث فإن الممانعة = صفر ، شكل (٤ - ٧) .



وان التيار من الدائرة محدد بالمقاومة فقط ويطلق على الدائرة بأنها دائرة رنين Resonant .

٢٤ - ان التردد الرنيني للدائرة تحتوي على مقاومة ومحث ومكثف تعتمد فقط على قيم الحث والسعة . وتقل اذا زاد كل من المحث والسعة .

٢٥ - اذا وصل مكثف ١٠ ميكروفراد وملف محث ١٠ هنري على التوالي مع مغذي ٥٠ هرتز. فإن مفاعلة الملف = ٣١٠٠ اوم تقريبا وان مفاعلة المكثف = ٣٢٠ اوم تقريبا .

٢٦ - اذا كانت ممانعة الدائرة ٥٠٠ اوم ومتصلة الى مغذي ١٠٠ فولت (جذر متوسط التربيع) فإن جذر متوسط مربع التيار = ١٠ / ٢ امبير. ويكون فرق جهد القمة = ١٤١ فولت.

### مراجع

- Hay G. A., Hughes D 1978, First year Physics for radiographers. Bailliere Tindall, London ch.15.
- Jaundrell — Thompson F., A Shworth WJ 1970 X-Ray Physics and equipment, Blackwell, oxford chs 7,8.

### مصطلحات علمية

electro magnetic force

القوة الدافعة الكهربائية

poles

أقطاب

magnet

مغناطيس

conductor

موصل

magnitude

مقدار

direction

اتجاه

strength

قوة

field	مجال
open circuit	دائرة مفتوحة
flux	فيض أو تدفق
battery	بطارية
direct current	تيار مستمر
alternate current (A.C.)	تيار متردد
A.C. Supply	مغذي تيار متردد
self inductance	حث ذاتي
coil	ملف
wire	سلك
resistance	مقاومة
turns	لفات
mutual inductance	حث متبادل
device	جهاز
load	حمل
iron core	قلب حديدي
R.M.S	جذر متوسط التربيع
impedance	ممانعة
reactance	مفاعله
capacitor	مكثف
capacitance	السعة
capacitive reactance	المفاعلة السعوية
Farad	الفاراد
micro farad	ميكروفاراد
resonant frequency	التردد الرنين



## الفصل الخامس

# الانبعاث الأيوني الحراري واشباه الموصلات ورأسم ذبذات اشعة المهبط Thermionic Emission, Semiconductor and Cathode Ray Oscilloscope

### الانبعاث الايوني الحراري

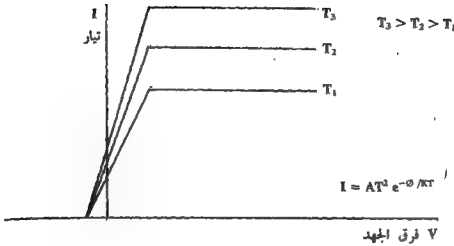
١ - خلال عملية الانبعاث الايوني الحراري تنطلق الكترونات من  
المدارات الخارجية وتنبعث الالكترونات السطحية فقط . شكل ( ١ - ٥ ) .



شكل ( ١ - ٥ ) الانبعاث الحراري الأيوني

٢ - ان دالة الشغل (العمل) لباعث ايوني حراري يعبر عنه بدلالة  
وحدة الالكترون فولت .

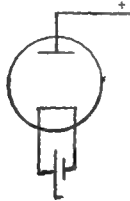
٣ - ان عدد الالكترونات المنبعثة لوحدة المساحة من سلك مسخن  
بواسطة تيار كهربائي يعتمد على تيار التسخين وهو يتناسب مع مربع درجة  
الحرارة المطلقة للسلك . شكل ( ٢ - ٥ ) .



شكل (٧-٥) تأثير التيار بدرجة الحرارة

### الصمام الثنائي

٤- إن الصمام الثنائي المفرغ يمرر تيار كهربائي من اتجاه واحد ويستخدم شبكة من التنجستن. شكل (٣-٥).

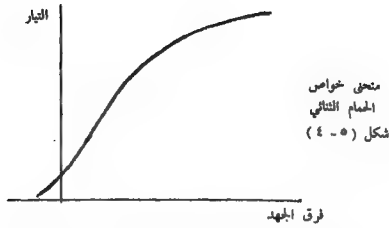


شكل (٣-٥) حلام ثنائي مفرغ

٥- ان منحى خواص الصمام الثنائي لصمام ثنائي عبارة عن منحى لتيار المصعد ضد جهد المصعد وله منطقتين معروفتان منطقة الشحنة والتشبع ويتغير شكل المنحى إذا تغيرت درجة حرارة الشبكة شكل (٤-٥) .

٦- تحدث منطقة الشحنة في الصمام الثنائي عند جهد المصعد المنخفض وينبع تيار مصعد منخفض وهو نتيجة تنافر بين الالكترونات .





٧ - من الصمام الغازي تستخدم الغازات الحاملة وتتأين ذرات الغاز  
عن طريق الالكترونات شكل (٥ - ٥) .



رمز حمام ثنائي غازي  
شكل (٥ - ٥)

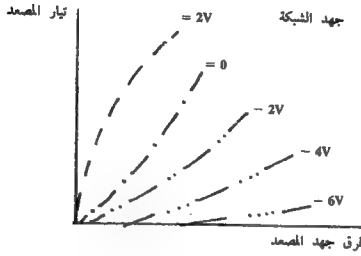
### الصمام الثلاثي

٨ - الصمام الثلاثي يولد تيار مصعد منخفض عند تطبيق جهد شبكية  
سالبة كبير ويزداد تيار المصعد عند زيادة جهد المصعد شكل (٦ - ٥) .



شكل (٦ - ٥) حمام ثلاثي

٩ - الصمام الثلاثي له منحى خواص تيارى وهو عبارة عن منحى لتيار الصعد ضد جهد المصدر . وعندما يكون بداخله غاز خامل يعرف بالثيروترون حيث يستخدم كمفتاح الكترونى شكل ( ٥ - ٧ ) .



شكل ( ٥ - ٧ ) خواص الصمام الثلاثي

### شبه الموصلات

١٠ - ان مادة شبه الموصل لها مقاومة بين العازل والموصل ويتميز بمنطقة عازلة كما أنه ذو منطقة ثنائية .

١١ - ان مادة شبه الموصل ذو حزم طاقة منفصلة بواسطة فراغات طاقة ا مقدارها عدة الكترون فولت . ويطلق عليه الذاتي ذاتي اذا كانت المادة نقية كيميائياً . وإذا كان ذاتياً يكون التركيب البلوري منتظم تماماً .

١٢ - ان الحفر الموجبة في شبه الموصل تحدث دائماً في حزم التكافؤ وتحدث نتيجة اشارة الالكترونات ويمكن ازالتها عن طريق اتحادها مع الالكترونات

١٣ - من مواد شبه الموصلة السيلكون والجرمانيوم .

١٤ - ان شبه الموصل غير الذاتي يتولد عن طريق اضافة شوائب لشبه

الموصل الذاتي . ويعرف بأنه من النوع الموجد p - type شكل ( ٨ - ٥ ) .



شكل ( ٨ - ٥ ) شبه موصل من نوع الموجب p - type

١٥ - ان الشوائب المضافة الى شبه الموصل هي :

١ - الفسفور 'phosphors

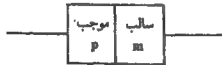
٢ - الومنيوم Aluminium

٣ - جاليوم gallium

١٦ - ان شبه الموصل من النوع الموجد p-type يتولد عند اضافة الومنيوم كشائب للسيلكون او الجرمانيوم او يتكون عندما تكون معظم الحوامل من نوع الحفر الموجبة .

١٧ - حوامل الاقلية minority carriers لمادة من نوع الموجب هي الالكترونات وفي المواد من النوع السالب N - type هي الحفر الموجبة وقد تزيد في العدد بزيادة درجة الحرارة .

١٨ - عند صهر مادة من النوع السالب مع مادة من النوع الموجب معا تتولد طبقة بين المواد كما يتولد صمام ثنائي الوصلة junction diode . شكل ( ٩ - ٥ ) .



شكل ( ٩ - ٥ ) رمز الديود

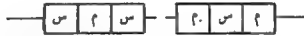
صمام ثنائي الوصلة

١٩ - اذا وصل صمام ثنائي الوصلة من نوع موجب - سالب عبر

بطارية - ووصل شبه الموصل الموجب للقطب الموجب للبطارية تتدفق الالكترونات من السالب الى الموجب - ويتولد تيار كهربي مباشر عبر الوصلة في الاتجاهين. وعندما تصبح المادة الموجبة موجبة بالنسبة الى اعادة السلب فإن الدايدود (الصمام الثنائي البلوري) يكون ذو تغذية أمامية.

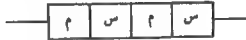
### ترانزستور

٢٠ - ترانزستور الوصلة قد يكون من نوع NPN (سالب - موجب - موجب - سالب) أو من نوع PNP (موجب - سالب - موجب - سالب). شكل (٥ - ١٠).



شكل (٥ - ١٠) ترانزستور ثنائي الوصلة

٢١ - الثيوستور يتكون من ٤ شبه موصلات متتالية من نوعي السالب والموجب. وله نفس خوص صمام الثيرون شكل (٥ - ١١).

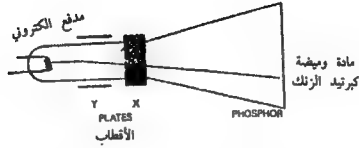


شكل (٥ - ١١) الثيوستور

### انبوبة اشعة المهبط

٢٢ - في انبوبة اشعة المهبط مصعد ذو شبكة وكذلك مدفع الكتروني.

٢٣ - ان انبوبة اشعة المهبط ذات مصعد تجميعي وذو شاشة مبطنة بمادة وميضية وهو يمثلء بغاز حامل عند ضغط منخفض شكل (٥ - ١٢).



شكل (١٧ - ٥) انبوبة اشعة المهبط

### راسم ذبذبات اشعة المهبط

٢٤ - تعتمد الحساسية الجهدية لراسم ذبذبات اشعة المهبط على جهد المصعد وعلى المسافة بين الألواح المنحرفة والشاشة.

٢٥ - يستخدم راسم ذبذبات اشعة المهبط لقياس فرق الجهد وتردد التيار المتردد.

٢٦ - ان دائرة زمن القاعدة time base في راسم ذبذبات اشعة المهبط وقد تحتوي على مقاومة ومكثف ويمسح الشعاع الالكترونى عبر شاشة الانبوبة وهو متصل عادة للألواح السينية للانبوبة.

٢٧ - اذا كان راسم ذبذبات اشعة المهبط ذو حساسية جهدية مقدارها ٢ ميلي فولت لكل سم واذا كان هناك جهد ثابت مقداره ٥ ميلي فولت فإن خط القاعدة يتحرك ١٠ سم.

٢٨ - واذا كان زمن القاعدة لراسم ذبذبات اشعة المهبط = ١٠٠ ميلي ثانية وعند تطبيق جهد متردد مقداره ٥٠ هرتز تشاهد خمسة دورات. وعند استخدام جهد متردد مقداره ٦٠ هرتز تشاهد ستة دورات.

٢٩ - يستخدم راسم ذبذبات اشعة المهبط لتوضيح الشكل الموجي لفرق الجهد لانبوبة اشعة اكس. وشكل طيف اشعة اكس وكذلك معدل التفريغ الشحنة لمكثف.

## مراجع

Wilks R J 1981, Principal Physics, Part B. Churchill Livingstone, Edinburgh.

## مصطلحات علمية

process	عملية
thermionic	أيوني حراري
emission	انبعاث
work function	دالة الشغل (العمل)
temperature	درجة الحرارة
vacuum	فراغ
diode	ثنائسي
valve	صمام
space charge	منطقة الشحنة
saturation	التشبع
inert gas	غاز خامل
triode valve	صمام ثلاثي
grid	شبكة
mutual characteristic	الخواص التبادلية
electronic switching	مفتاح الكتروني
semiconductor	شبه الموصل
insulator	عازل
forbidden band	حزم محرمة
valency band	حزم تكافئية
positive vales	حفر موجبة
silicon	سيلكون

germanium	جرمانيوم
intrinsic	ذاتي
extrinsic	غير ذاتي
impurities	شوائب
phosphorous	فسفور
aluminium	الومنيوم
gallium	جاليوم
p-type	نوع الموجب
N-type	نوع السالب
carriers	حوامل
minority	أقلية
majority	أكثريه
fused	منصهرة
transistor	ترانزستور
junction	وصلة
depletion	استنزاف
thyristor	ثيرستور
cathode ray tube	انبوبة اشعة المهبط
oscilloscope	راسم الذبذبات
time base	زمن القاعدة
sensitivity	حساسية
move form	الشكل الموجي





## الباب الثاني

النشاط الإشعاعي  
وتفاعل المواد مع الإشعاع  
والكشف عن الإشعاع



## الفصل السادس

### النشاط الإشعاعي

### Radioactivity

١ - يتم التحلل الإشعاعي بطريقة عشوائية.

٢ - تتميز العناصر ذات العدد الكتلي الكبير بظاهرة النشاط الإشعاعي الطبيعي عن طريق سلسلة من التحولات (التحللات) طويلة. كما تتميز هذه العناصر بأن عدد البروتونات بنواتها أقل من عدد نيوترياتها.

٣ - ان نظير اليورانيوم - ٢٣٨ يتضمن الراديوم - ٢٢٦ خلال سلسلة تحلله. كما انه يحتوي على عدد من البروتونات اقل من عدد النيوترونات في نواته .

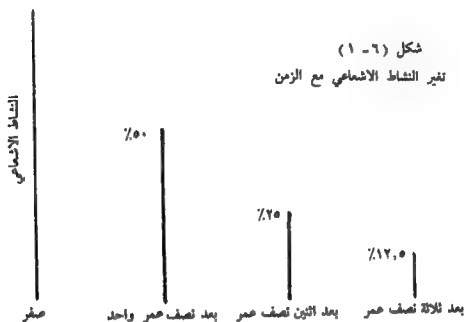
٤ - اذا تحلل مصدر اشعاعي فإن معدل التحلل يعتمد على نوع النواة المشعة. كما ان هناك علاقة خطية بين عدد الذرات الموجودة وزمن التحلل.

٥ - ان نصف العمر لمادة مشعة مرتبط بثابت التحول وهو متغير من مادة مشعة الى اخرى شكل (٦ - ١) .

٦ - اذا كان نصف العمر (لمصدر نشاطه الإشعاعي ١٠ ميلي كوري ) ١٠ أيام . فإنه بعد ٢٠ يوم تصبح نشاطه الإشعاعي ٢,٥ ملي كوري .

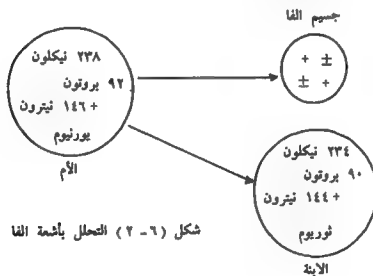
٧ - اذا كان النظير المشع (لليود - ١٣١) ٨ أيام فإن ثابت تحلله =

- ١٠٠/٩ لكل ثانية وكذلك فإن جميع مصادر اليود - ١٣١ ذات نصف العمر ٨ أيام.



### تحلل الفا

- ٨ - ينطلق جسيم الفا من مادة مشعة لأن نواتها غير مستقرة ومن ثم تؤدي الى نقص في كتلة النواة. شكل (٦ - ٢).



## ٩ - لجسيمات الفا قدرة تأين عالية.

١٠ - ان جسيم الفا ذات تحول طاقة خطي عالي بالنسبة الى اشعة اكس . كما ان قدرتها النفاذية تعتمد على الطاقة وذات شحنة موجبة .

### تحلل بيتا

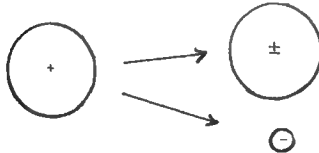
١١ - ان جسيمات بيتا قد تكون موجبة الشحنة او سالبة الشحنة .  
وان لها قدرة نفاذية اكبر من جسيمات الفا ويمكن انحرافها بواسطة مجال مغناطيسي شكل (٦ - ٣) .



شكل (٦ - ٣) جسيمات بيتا

١٢ - جسيمات بيتا تنبعث من نواة ذرة غير مستقرة . ويمكن كشفها بواسطة الاستشعاع (التفلور) . كما انها جسيمات تأين مباشر .

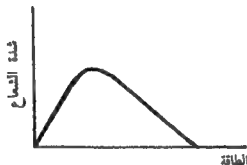
١٣ - اذا انطلقت جسيمات بيتا السالبة من ذرة فإن ناتج التحلل يصبح ذو عدد ذري اكبر . شكل (٦ - ٤) .



شكل (٦ - ٤) التحلل بجسيمات بيتا السالبة

١٤ - جسيمات بيتا تنطلق من نظير الفسفور-٣٢ وذات طاقة عظمى لنظير مشع معين.

١٥ - البوزيترونات (الالكترون الموجب) . وهي عبارة عن الكترونات موجبة وتنبعث في شكل طيف مستمر ولها نفس الشحنة مثل البروتونات . شكل (٦ - ٥) .



شكل (٦ - ٥) طيف البيتا

١٦ - آسر الكترون هي إحدى طرق التحلل الاشعاعي ويؤدي الى فقدان بروتون من النواة ويؤدي الى توليد الاشعة المميزة.

١٧ - العمر المتوسط لنوييدة مشعة يساوي مقلوب ثابت التحلل وهو اكبر من نصف العمر وكذلك اصغر من عشر العمر.

١٨ - النشاط النوعي لمادة مشعة يعتمد على كمية المادة غير المشعة الموجودة . وهو عبارة عن النشاط الاشعاعي لوحدة الكتل للمادة المشعة .

### اشعة جاما

١٩ - ان ثابت معدل التعرض للنوييدة المشعة يعرف ايضا بثابت انبعاث اشعة جاما النوعي وهو يربط بين معدل التعرض من مصدر ذو نشاط اشعاعي مقداره الوحدة عند مسافة الوحدة.

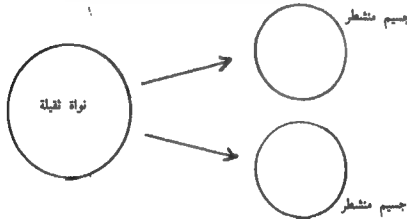
## النشاط الاشعاعي الصناعي

٢٠- تتولد النويدات المشعة الصناعية نتيجة قذف ذرات هدف بالبروتونات أو النيوترونات .

٢١-تتولد النويدات المشعة الصناعية في المفاعلات وفي السيكلترون او بالقذف بواسطة جسيم الفا. انظر شكل ( ١٠ - ٢ ) .

٢٢ - مولدات النظائر هي إحدى الطرق للحصول على نويدات مشعة ذات نصف عمر صغير. وتطبق مبدأ الانتقال isometric وتستخدم لتوليد  $T_{c99m}$  تكنسيوم - 99 نصف المستقر مثلاً .

٢٣ - المفاعل النووي يعمل بمبدأ الانشطار النووي. ويعتبر مصدر للحرارة ويمكن استخدام الماء الثقيل كمهدىء . شكل ( ٦ - ٦ ) .



شكل ( ٦ - ٦ ) الانشطار النووي

٢٤ - الانشطار النووي يولد نظير السيزيوم - ١٣٧ ونظير اليود - ١٣١ .

٢٥ - النويدات المشعة المستخدمة في الاختبارات التشخيصية ذات نصف عمر قصير وغير السامة .

٢٦ - يستخدم نظير تكنسيوم - ٩٩ m في عديد من الاختبارات التشخيصية بسبب انبعاث فوتونات بطاقة ١٤٠ كيلو إلكترون فولت. - ذو نصف عمر قصير ونافع ويتولد عن طريق مولد النظائر.

٢٧ - يستخدم نظير الكوبلت - ٦٠ كمصدر علاج بالاشعاع حيث انه ذو ثابت معدل تعرض عالي وتنطلق منه اشعة جاما بطاقة متوسطة مقدارها ١,٢٥ مليون إلكترون فولت.

٢٨ - يستخدم نظير - ١٣٧ في المصادر المحكمة الصغيرة بسبب انه ذو نصف عمر طويل.

٢٩ - يستخدم Au - 198 الذهب - ١٩٨ في العلاج بالاشعاع كمحلول غروي أو في شكل مصادر محكمة صغيرة.

٣٠ - يحدث الانتقال الايزومري عندما تترك النواة في حالة آتاة بعد انبعاث جسيم بيتا وعلى سبيل المثال عندما يتحول موليبيديوم - ٩٩ الى تكنسيوم - 99 وكذلك عندما يقال على أن النواة في حالة نصف مستقرة metastable .

## المراجع

Johns H.E., Cunningham J.R. 1980, The Physics of Radiology, Thomas, Illinois, ch3.

## مصطلحات علمية

radioactive

decay

mass number

disintegrate

نشاط اشعاعي

تحلل أو تحوّل

عدد الكتلة

تحوّل



General Organization of the Alexandria Library (GOAL)



decay series	سلسلة تحلل ( تحول )
natural	طبيعي
Varnium	يورانيوم
Thorium	ثوريوم
Radium	راديوم
exponential	أس
radionuchide	النزيدة المشعة
half life	نصف العمر
Ci (curie)	كوري
Iodine I	اليود
alpha $\alpha$	الفا
beta $\beta$	بيتا
gamma $\gamma$	جاما
particle	جسيم
ray	شعاع
unstable	غير مستقرة
penetration	نفاذية
ionizing particle	جسيم مؤين
linear energy transfer	انتقال طاقة خطي
positrons	بزوترونات
electron capture	اسر الكترون
beta decay	تحلل بيتا
average life	متوسط العمر
tenth life	عشر العمر
specific activity	نشاط اشعاعي نوعي

exposure rate	معدل التعرض
emission constant	ثابت الانبعاث
artificial radionuclide	تويذة مشعة صناعية
nuclear reactor	مفاعل نووي
cyclotron	سيكلترون معجل نووي
bombardment	قذف
isotope generators	مولدات النظائر
nuclear fission	انشطار نووي
fusion	اندماج
non-toxic	غير سام
teletherapy	العلاج عن بعد
cobalt Co	كوبالت
caesium Cs	سيزيوم
gold Au	ذهب
isomeric	أسيروميرية
transitions	انتقالات

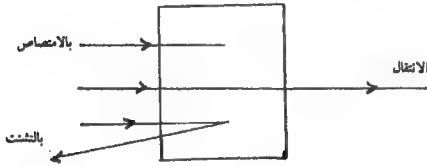
## الفصل السابع

### تفاعل الإشعاع مع المواد

### Interaction of Radiation With Matter

#### التوهين الإشعاعي

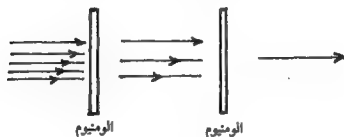
- ١ - عندما تمر فوتونات الأشعة السينية خلال وسط ما تتولد حرارة وتتولد الإلكترونات وقد تقل طاقة الفوتونات .
- ٢ - يتم تقليل ( توهين ) الفوتونات بواسطة الامتصاص - أو التشتت أو كليهما . شكل ( ٧ - ١ ) .



شكل ( ٧ - ١ ) التوهين الإشعاعي

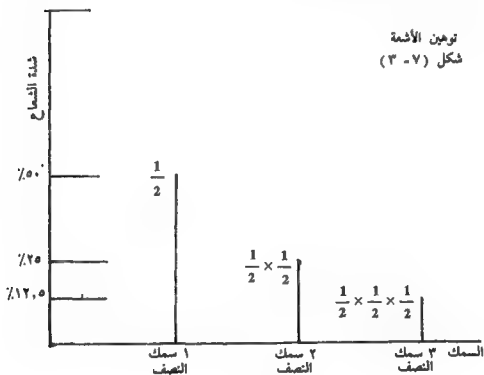
- ٣ - كل فوتون اشعة اكس يوهن في الوسط يؤدي الى توليد حرارة .
- ٤ - إن معامل التوهين الخطي يعتمد على طاقة الفوتون وعلى طبيعة الوسط .

٥ - إذا مر شعاع من الأشعة السينية (احادية الطاقة) ومتوازية خلال شريحتين من الألومنيوم ذات سمك متساوي يكون نسبة الفوتونات المنقولة من كل شريحة متساوي ويكون عدد الفوتونات المنتزعة بواسطة الشريحة الثانية أقل من الفوتونات المنتزعة بواسطة الشريحة الأولى . شكل (٧ - ٢) .

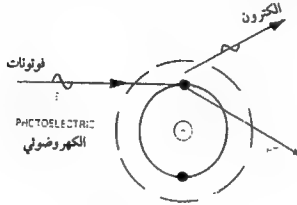


شكل (٧ - ٢) التوهين خلال شرائح من الألومنيوم

٦ - تعتمد طريقة النصف HVL لشعاع احادي الطاقة من الأشعة السينية على طاقة الفوتون وطبيعة المادة المستخدمة ومعامل التوهين الخطي للمادة شكل (٧ - ٣) .



- ٧ - إن معامل التوهين الكتلي يساوي عدديا معامل التوهين الخطي .
- ٨ - تتضمن عملية الكهروفتوني تفاعل الفوتونات مع الكترونات الذرة مؤدية الى توليد الكترونات ثانوية .



شكل (٧ - ٤) العملية الكهروضوئية

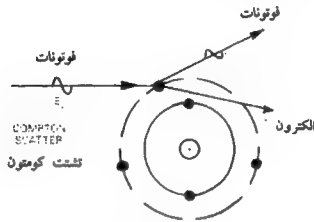
- ٩ - ان معامل التوهين الخطي الكهروفتوني يعتمد على كثافة المادة .
- ١٠ - عندما يتم امتصاص كهروفتوني تنتج الاشعة المتميزة وتتم انتقالات للالكترونات المدارية .
- ١١ - تحدث حافة امتصاص ك عند طاقات الفوتون العالية اكبر من حافة امتصاص ل . وتحدث كذلك عند الطاقات التي تعتمد على طاقة الربط الالكترونية . وهي نتيجة فوتونات تنزع الكترونات من المدارك .
- ١٢ - هناك احتمال كبير لانتزاع الكترون مداري اذا كانت طاقة الفوتون اكبر قليلا من طاقة الربط الالكترونية .
- ١٣ - الالكترونات المتولدة بطريقة الكهروفتوني تسبب تأين ثانوي وتؤدي الى توليد الاشعة المميزة .
- ١٤ - ان الاشعة المميزة المتولدة بعملية الكهروفتون تسبب التأين وذات طاقة مرتبطة بالعدد الذري للمادة الممتصة وقد تشتت في الوسط .

١٥ - ان طاقة الاشعة المميزة ك اكبر في حالة الذهب منها في حالة التنجستن .

١٦ - ان شعاع السيني الأولى قد يتشتت دون فقدان في الطاقة وقد لا يتشتت في الوسط وقد يتشتت في اي اتجاه .

١٧ - تصادمات كومتون تسبب تأين للذرات .

١٨ - ان تأثير كومتون يؤدي الى توليد فوتونات ثانوية . كما يؤدي الى توهين للشعاع السيني . شكل ( ٧ - ٥ ) .



شكل ( ٧ - ٥ ) ظاهرة كومتون

١٩ - ان الفوتونات المشتتة والمتولدة نتيجة تصادمات كومتون ذات طاقة أعلى اذا كان التشتت في الاتجاه الأمامي . وتؤدي الى التأين وتنتج عن طريق التفاعلات مع الالكترونات الحرة .

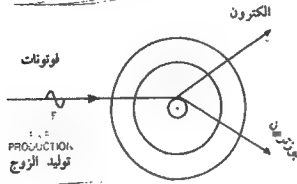
٢٠ - عند تفاعل فوتونات الأشعة السينية مع الأنسجة الرخوة فإن تأثير كومتون يدخل ضمن الجرعة .

٢١ - ان معامل كومتون للتوهين الخطي يعتمد على الكثافة ويحدث أكثر للمواد ذات العدد الذري المنخفض .

٢٢ - يحدث توليد الزوج عندما يتفاعل فوتون مع نواة الذرة اذا كانت

طاقة الفوتون تزيد عن ١,٠٢ مليون إلكترون فولت .

٢٣ - يحدث توليد الزوج عندما يتفاعل الفوتون مع نواة الذرة ويحدث اشعة الاختفاء ويؤدي إلى تأين ، شكل (٦ - ٧) .



شكل (٦ - ٧) ظاهرة توليد الزوج

٢٤ - قد تشتت اشعة الاختفاء وتنتهي وذلك بامتصاصها بطريقة الكهروفتولي .

٢٥ - ان معامل الامتصاص الكلي اقل في الهواء عن الماء لجميع الطاقات الفوتونية .

٢٦ - يمكن رؤية العظام في التصوير بالاشعة باستخدام اشعة اكس ذات واحد مليون إلكترون فولت لأن العظام ذات كثافة أعلى من الأنسجة الرخوة .

٢٧ - عندما تتفاعل فوتونات ذات طاقة واحد مليون إلكترون فولت مع أنسجة الجسم فإن التشتت يكون في الاتجاه الامامي معظم الوقت .

٢٨ - عندما يمر شعاع متوازي من اشعة اكس ذات طاقة واحد مليون إلكترون فولت خلال ٢٠ سم من الماء تمر ٢٥٪ من الشدة فقط وان معظم الفوتونات تتفاعل بطريقة الكومتون .

## مراجع

Meredith W.J. Massey J.B. 1977 Fundamental Physics of radiology, Wright, Bristol, chs 6,7.

## مصطلحات علمية

interaction	تفاعل
radiation	اشعاع
matter	مادة
medium	وسط
attenuation	توهين - تقليل
absorption	امتصاص
linear coefficient	معامل خطي
half layer	طبقة النصف
mass attenuation coefficient	معامل التدهين الكتلي
photoelectric	الكهروفتوني
K edge	حافة ك
compton collisions	تصادمات كومتون
scattered photons	فوتونات مشتتة
soft tissue	خلايا رخوة
pair production	تكوين الزوج
annihilation radiation	اشعة الانزياح
bone	عظام
body	صورة بالاشعة
dose	جرعة

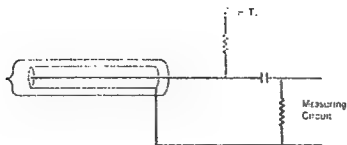


## الفصل الثامن

### الكشف عن الإشعاع المؤين

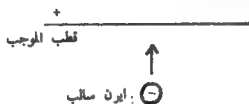
### Detection of Ionising Radiation

- ١ - ان علم الجرعة الاشعاعية مهم لأن الطاقة الممتصة في الخلايا يمكن قياسها . ولأن التأثيرات البيولوجية للإشعاع تعتمد على الجرعة .
- ٢ - يعرف التعرض بدلالة كمية الشحنة المتولدة في وحدة الكتل في الهواء .
- ٣ - ان وحدة التعرض هي الكولومب لكل كيلوجرام في الهواء .
- ٤ - تعرف الجرعة الممتصة بدلالة الطاقة المودوعة في كتلة مادة .
- ٥ - وحدة الجرعة الممتصة هي الجراي (Gy - gray) أو جول لكل كيلوجرام (J / Kg) .
- ٦ - تقاس الجرعة الممتصة باستخدام المقياس السعري Calorimeter .
- ٧ - ان الجرعة الممتصة يمكن حسابها من قياسات التعرض اذا كانت طاقة الفوتونات معلومة ومحدد وسط الامتصاص وبمعلومية الطاقة المتوسطة للأشعة .
- ٨ - يستخدم المقياس السعري لقياس الجرعة الممتصة .
- ٩ - ان غرف التأين لها قطب موجب وآخر سالب شكل (٨ - ١) .



شكل (٨ - ١) غرفة التأين بمعداد جيجر

١٠ - ان الايونات السالبة المتولدة في غرف التأين تتجمع بواسطة القطب الموجب وقد تكون سالبة أو موجبة شكل (٨ - ٢) .

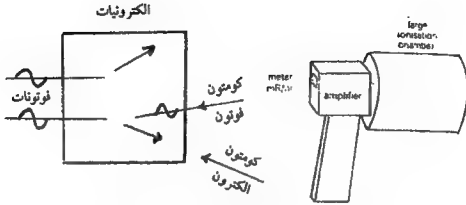


شكل (٨ - ٢) تجاذب الايونات السالبة للقطب الموجب

١١ - اذا عملت غرفة تأين في ظل ظروف التشيع فإن تيار التأين لا يعتمد على الشدة الفوتونية ولا يحدث اتحاد بين الايونات ويستخدم الجهد السليم المستقطب.

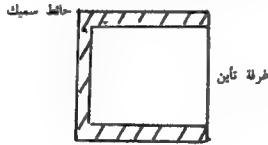
١٢ - تعابير غرف التأين عن طريق مقارنتها مع غرف الهواء الحر القياسية. وحساسيتها تعتمد على درجة الحرارة والضغط.

١٣ - عندما تسقط الاشعة السينية على غرفة التأين تتولد الالكترونات الفوتونية والالكترونات كومتون ولا تنهت فوتونات كثيرة. (شكل (٨ - ٣) .



شكل (٨ - ٣) توليد الالكترونات بغرفة التأين

١٤ - تستخدم غرف التأين ذات الحائط السميك وذلك لعمل ائزان  
الالكتروني عند طاقات الاشعة السينية المحددة شكل (٨ - ٤) .



شكل (٨ - ٤) غرفة تأين ذات حائط سميك

- ١٥ - ان حجم الهواء لغرفة التأين يحدد حساسيتها .
- ١٦ - تستخدم عادة دائرة تكبير لقياس معدل التعرض .
- ١٧ - ان مقاييس التعرض تقيس الكمية الكلية للشحنة المتولدة في كتلة  
هواء ويجب ان يكون استجابة خطية .
- ١٨ - يحدد التيار في غرف التأين بواسطة .
- ١ - حجم الغرفة .

٢ - شدة الأشعة السينية .

٣ - سمك الحائط .

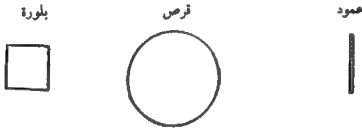
١٩ - ان فلوريد الليثيوم كاشف الحالة الصلبة للأشعاع المؤين وهو عبارة عن مادة تستخدم لتقدير الجرعة بواسطة ظاهرة التلألؤ الحراري .

٢٠ - مقياس الجرعة التلألؤ الحراري المستخدمة في الطب ذات عدد ذري متوسط مشابه للانسجة الرخوة . كما انها تتميز بأنها صغيرة الحجم .

٢١ - ان مقياس الجرعة التلألؤ الحراري قد تكون حساسة لضوء فوق البنفسجي وتستخدم في الحالات الهامة . ويجب أن تعابر .

٢٢ - فلوريد الليثيوم يمكن تعظيمه بواسطة المتطحنين دون التأثير على حساسيته .

٢٣ - ان كواشف التلألؤ الحراري قد تكون على شكل - مسحوق - اقراص أو أعمدة . شكل ( ٨ - ٥ ) .



شكل ( ٨ - ٥ ) كاشف الحالة الصلبة في صور مختلفة

٢٤ - في نظام قراءة مقياس جرعة التلألؤ الحراري يستخدم الضارب الفوتوني ومرشح اشعة فوق الحمراء وغاز النيتروجين .

٢٥ - إن نوع ( كيف ) شعاع من الأشعة السينية يعتمد على طاقة الفوتونات وتزيد بزيادة الترشيح .

٢٦ - ان طبقتي قيمة النصف الأول والنصف الثاني هما نفس القيمة

لأشعة السينية احادية الطاقة وتعطي اشارة لنوع الشعاع.

٢٧ - ان الترشيح الذاتي (الداخلي) لانبوبة اشعة اكس التشخيصية تكون عادة اقل من ٢ ملي الومنيوم ويكون اكبر بالنسبة لجهد مقداره ٥٠ كيلوفولت .

٢٨ - ان المواد التي تستخدم لترشيح شعاع الاشعة السينية التشخيصية يكون ذو عدد ذري منخفض .

٢٩ - ان المواد التي تستخدم لترشيح شعاع من اشعة سينية بجهد ٢٥٠ كيلوفولت، تعمل على توهين الشعاع بواسطة التأثير الكهروفتوني .

٣٠ - ان الطاقة المكافئة لشعاع من الاشعة السينية مرتبط بطبقة قيمة النصف ويزيد عند زيادة الترشيح المستخدم .

### مراجع

Meredith W.J., Massey J.B., 1977 Fundamental Physics of radiology, wright, Bristor, ch10.

### مصطلحات علمية

detection	الكشف
detector	كاشف
ionising radiation	شعاع مؤين
dosimetry	علم الجرعة
biological effects	تأثيرات بيولوجية
exposure	التعرض
deposition	ايداع
coulomb — C	الكولومب (وحدة الشحنة)
absorbed dose	الجرعة الممتصة
density	الكثافة

gray	— Gy	الجراي
joule	— J	الجلول
ionization chamber		غرف التأين
calorimeter		المقياس السعري
calculation		حسابات
ions		ايونات
calibration		معايرة
by comparing		بالمقارنة
standard free air chamber		غرفة الهواء الحر القياسية
photo electrons		الالكترونات الفوتونية
compton electrons		الكترونات كومتون
thick walled		الحوائط السمكية
electron equilibrium		اتزان الكتروني
air volume		حجم الهواء
sensitivity		حساسية
response		استجابة
exposure rate		مقياس معدل التعرض
lithium fluoride		فلوريد الليثيوم
solide state detector		كاشف الحاسة الصلبة
thermoluminescent dosimetry		قياس الجرعة بطريقة التلألؤ الحراري
thermoluminescent doseimeters		مقياس جرعة التلألؤ الحراري
thermoluminescent detectors		كواشف التلألؤ الحراري
readout system		نظام القراءة
nitrogen gas	— N	غاز النيتروجين
half value layer	— HVL	طبقة قيمة النصف
filtration		ترشيح

### الباب الثالث

فوق الصوتيات - الطب النووي  
التشخيص والعلاج بالاشعاع





## الفصل التاسع

### فوق الصوتيات

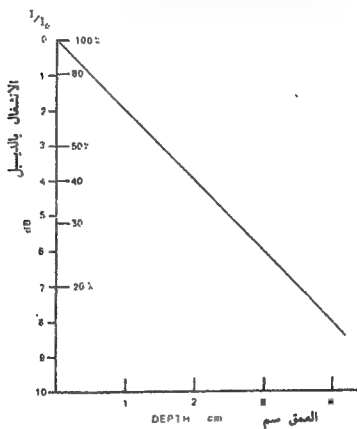
### Ultra Sound

- ١ - توصف الموجة فوق الصوتية كموجة ضغط طولية وكذلك كموجة عرضية وتولد عن طريق اهتزازات الاجسام.
- ٢ - تستخدم الموجات فوق الصوتية في التشخيص وذلك لتوضيح تركيبات الخلايا الرخوة وكذلك لمراقبة حركة صمام القلب.
- ٣ - تستخدم الموجات فوق الصوتية في التشخيص لأنها لا تنشر في الفراغ كما انها تتولد وتكتشف بواسطة محول طاقة.
- ٤ - ان للموجات فوق الصوتية الخواص التالية: تنوهن (تقل) في الخلايا وذات شكل موجي جيبي (على شكل جيب الزاوية) ، وتنتشر خلال الماء.
- ٥ - ان بلورات محولات الطاقة للموجات فوق الصوتية تتكون من الكوارتز او تيتنات الباريوم.
- ٦ - ان المادة الحاملة من محولات الطاقة هي عبارة عن سائل غليظ resin يحمل بمعدن .
- ٧ - ان العازل الصوتي من محولات الطاقة يقلل الدق ringing ويمتص فوق الصوتيات .
- ٨ - مجموعة محولات الطاقة (الطورية) ذات عناصر ينطلق منها موجات

فوق صوتية لا تعتمد على بعضها. وقد تستخدم لتغير اتجاه الشعاع. وتستخدم فقط من مواسح (ماسح) الزمن الحقيقي .

٩ - مجموعة محولات الطاقة الخطية عديدة العناصر لنفس المادة البيزو-كهربية ، ويمكن استخدامها لتوليد صور الزمن الحقيقي .

١٠ - توهين الموجات فوق الصوتية بواسطة الانعكاس عند سطح النسيج وبواسطة التشتت وكذلك بواسطة امتصاص الاشعة . شكل ( ٩ - ١ ) .



شكل ( ٩ - ١ ) توهين الموجات الصوتية

١١ - أكثر من ٥٠٪ من انعكاس الطاقة يتم عند تقابل الخلايا الرخوة بالعظام وكذلك عند تقابل الخلايا الرخوة بالغاز.

١٢ - إن مقدار الاشارة المنعكسة يعتمد على التغير في الممانعة الصوتية عند المدخل.

١٣ - يحدد قانون سنل زاوية الانكسار عند المدخل.

١٤ - إن ظاهرة التداخل تحدث عندما تتفاعل موجتين وهي اكثر شيوعا مع الموجات فوق الصوتية المستمرة وهي هامة في فوق الصوتيات.

١٥ - يوضح عرض الحزام مدى الترددات الموجودة. وهي مرتبط بطول النبضة وهو ثابت لمحول طاقة محدد.

١٦ - تعتمد الممانعة الصوتية على مرونة الخلايا وكثافة النسيج ودرجة حرارة النسيج.

١٧ - ان سرعة فوق الصوتيات تختلف للمواد المختلفة وتعتمد على درجة الحرارة.

١٨ - ان سرعة الشعاع فوق الصوتي تحدد عن طريق قياس الزمن اللازم لنبضة لتعود خلال لوح من البرسيكس ذو سمك محدد أو الزمن اللازم لنبضة لتعود خلال سمك معروف من الماء.

١٩ - تحدد دقة الشعاع الفوق صوتي بواسطة تصوير سلسلة من الاسلاك عند اعماق مختلفة من وجه محول الطاقة. وكذلك عن طريق تصوير سلسلة من الاسلاك عند نفس العمق من وجهة محول الطاقة.

٢٠ - ان تأثير دوبلر يقيس التغير في تردد الموجة فوق الصوتية وينتج عن حركة المتقابلات وقد يستخدم لتحديد شكل patency الأوعية الدموية شكل (٩-٢) .



- ٢١ - يكون انحراف تردد دويلر اكبر عند ٥ ميگاهرتز عنها عند ٢ ميگاهرتز، ويمكن كشف هذا الانحراف بواسطة محول طاقة احادي .
- ٢٢ - ان انحراف دويلر الترددي يتناسب عكسيا مع سرعة فوق الصوتيات في الوسط ويعتمد على التردد المنقول .
- ٢٣ - تسجل الصور فوق الصوتية على فيلم فوتوغرافي او على شرائط فيديو .
- ٢٤ - ان جهاز مسح - ب التقليدي ذوي مبديء مولد نبضات ومكبر تردد راديو وراسم ذبذبات اشعة المهبط .
- ٢٥ - العيوب الفنية (Artefacts) في المساح - B تسبب عن طريق تكرار reverberation الانكسار والتسجيل الخاطئ .
- ٢٦ - ان ماسح (حركة الزمن) يستخدم brightness modulation تعديل اللمعان ويستخدم لمساعدة عمل الصمام الثيرلي . وقد يستخدم الطرق البائية gating .
- ٢٧ - ان ماسح الزمن الحقيقي يمكن حمله وهو ذو تردد تكرر نبضي اكبر من ١٠ ولا يستخدم للصور الساكنة .
- ٢٨ - ان ماسح المقطع الميكانيكي يولد صور مزيفة flicker اذا استخدم عند السرعات المنخفضة .
- ٢٩ - ان محولات المسح قد تكون analogue او رقمية digital ، ويستخدم مدفع الكتروني ونظام انحراف . ويزيد من درجة تسويد grey للصورة .
- ٣٠ - ان جهاز المسح يستخدم نبضات فوق صوتية ويستخدم لقياس تركيبات الاعماق .

- ٣١- ان ماسح فوق صوتي يولد نبضات فوق صوتية ويكشف عن .  
الصدى المتولد بواسطة الخلايا . ويولد صور نماذج الصدى .
- ٣٢- ان المدى الديناميكي لنظام فوق صوتي يعبر عنه بالديسبل وهو  
يعبر عن المدى لسعة الاشارات الممكن تسجيلها .
- ٣٣- تستخدم طريقة حمام الماء لتصوير الأعضاء الصناعية superficial  
وتتطلب وضع متأخر لمخرج محول الطاقة . وهي متعرضة لعيوب التكرار .
- ٣٤- ان الوسط الرابط يستخدم عادة بين محول الطاقة وجلد المريض .  
ويمنع الهواء وعليه يسمح بأقصى انتقال للشعاع .
- ٣٥- تولد الاشعة فوق الصوتية تكهيف جريان و streaming .
- ٣٦- تزداد الجرعات للأفراد تحت الاختبار بالموجات فوق الصوتية اذا  
زاد التردد التكرار . وعند استخدام طرق الزمن الحقيقي .

### المراجع

- Hill C.R., McCready V.R., Cosgrove D.O., 1978. Ultrasound in  
tumour diagnosis, Pitman Medical, London.
- McDicken W.N. 1981, Diagnostic ultrasonics, Wiley New York.
- Wells PNT 1972 Ultrasonics in clinical diagnosis, Part - I, Churchill  
Livingstone, Edinburgh.
- Woodcock. J.P. 1979 Ultrasonics, Hilger, Bristol.

### مصطلحات علمية

ultra	عالي
sound	صوت
ultrasound	فوق الصوتي
wave	موجة

longitudinal	طولية
transverse	مستعرضة
oscillation	اهتزاز
monitor	مراقبة
heart valve	صمام القلب
transducer	محول طاقة
properties	خواص
sinusoidal	جيبى
quartz	كوارتز
acoustic	صوتي
insulator	عازل
MHz (Mega Hertz)	ميغاهرتز
images	صور
scattering	تشتت
interface	تداخل
signal	إشارة
frequency	تردد
impedance	ممانعة
angle	زاوية
phenomena	ظاهرة
continuous wave	موجة مستمرة
amplitude	السعة
bandwidth	عرض الحزمة
velocity	سرعة
resolution	الدقة

doppler effect	تأثير دوبلر
shift frequency	انحراف التردد
recorder	مسجل
photographic film	الفيلم التصويري
video tape	شريط فيديو
scanning equipment	جهاز مسح
pulse	نبضة
artefacts	عيوب
reverberation	تكرار
time- motion	زمن - الحركة
modulation	التعديل او التغير
mitral valve	الصمام الميترالي
real- time	الزمن - الحقيقي
scan converters	محولات المسح
water- bath	صمام ماء
compling medium	وسط الربط
cavitation	التكهيف



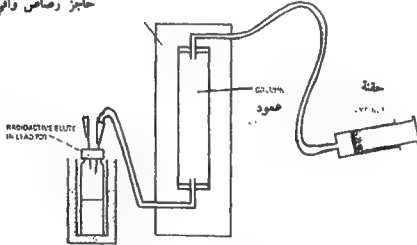


## الفصل العاشر

### الطب النووي

١ - مولدات النويدات المشعة تحدث محلول elute ذو رقم هيدروجيني  $P^H$  بين ٦ و ٧ . ويتم الحقن بواسطة ضغط موجب أو سالب وهن ذات عمر محدد مفيد . أنظر شكل (١٠ - ١) .

جهاز رصاص واتي



A sterile generator for producing short-lived radioactive isotopes, e.g. technetium-99m.

شكل (١٠ - ١) مولد لإنتاج مواد مشعة نووية نصف عمرها صغير مثل تكنسيوم-٩٩ نصف المستقر

٢ - ان مولدات النويدات المشعة يجب ان يتخلص منها كمتخلف صلب.

٣- للحصول على تركيز اشعاعي عالي من مولد نظيري يجب ان يتتظر عدة ساعات بين الحقن elutions كما يجب استخدام احجام صغيرة متعددة من المحلول الملحي في الحقن .

٤- جميع النويدات المشعة المستخدمة في الحقن يجب ان تبقى معقمة باستخدام طرق مطهرة aseptic خلال تركيب الدواء dispensing .

٥- ان حقائب kits الصيدلية الاشعاعية غير المرقمة من الطرق المناسبة لتزقيم النويدات المشعة . ويستخدم مواد كيميائية جافة مجمدة . كما تستخد لتحضير جرعات متعددة من المواد الصيدلية المشعة .

٦- النويذة المشعة ذات الحمل الحر ذات نشاط اشعاعي نوعي عالي .

٧- للتشخيص يفضل استخدام النويدات المشعة التي ينطلق منها اشعة جاما وتكون ذات نصف عمر بيولوجي صغير.

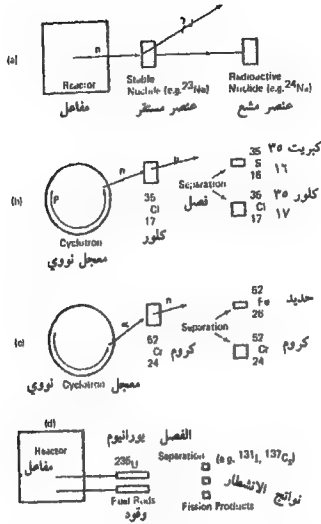
٨- العلاقة بين نصف العمر ومتوسط العمر وثابت التحلل هي :

$$\text{متوسط العمر} = 1,44 \times \text{نصف العمر}$$

$$\text{متوسط العمر} = \text{نصف العمر} + (0,693)$$

٩- ان نصف العمر الطبيعي للنويذة المشعة غير مرتبط مع نصف العمر البيولوجي في انسجة الجسم .

١٠- ان معظم النويدات المشعة تستخدم للتشخيص تتولد نتيجة القذف بالنيوترونات شكل (١٠ - ٢) .



أ - تعريض المينة في غرفة بالمفاعل .  
 ب - تعجل البروتونات في السيكلترون ثم تولد نيوترونات عالية الطاقة ثم تولد عناصر مشعة .

ج - تعجل جسيمات الفا بالمعجل النووي .

د - الحصول على المواد المشعة من تحولات نواتج انشطار اليورانيوم .

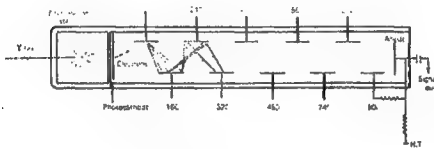
شكل (١٠ - ٢) توليد المواد المشعة

١١ - من الامثلة على التفاعلات التي تولد نويدات مشعة ذات الحمل الحر هي تفاعل نيروجين<sup>(١٤)</sup> + نيوترون  $\rightarrow$  كربون<sup>(١٤)</sup> .

وتفاعل ليثيوم<sup>٦</sup> + نيوترون  $\rightarrow$  الفا + تريسيوم<sup>٣</sup>  
وتفاعل انتموني<sup>١٢١</sup> + الفا  $\rightarrow$  نيوترون + يود<sup>(١٢٣)</sup> .

١٢ - ان عداد جيجر ذو مهبط سالب ومصعد موجب ويمكن استخدامه لقياس تحول احادي كما أنه يستخدم لقياس معدل التعرض . انظر شكل ( ٨ - ١ ) .

١٤ - ان العداد الومضي البشري القياسي ذو كفاءة هندسية عالية تصل الى ٩٥٪ وتهرب الومضيات عند سطح البئر. انظر شكل ( ١٠ - ٣ ) .

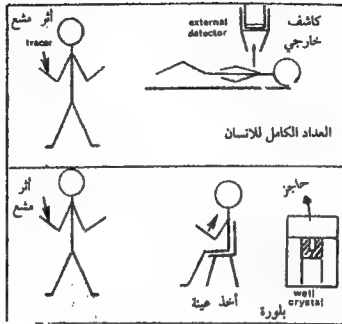


شكل ( ١٠ - ٣ ) العداد الومضي

١٢ - ان كواشف الحالة الصلبة قد تستخدم اقل من درجة حرارة معينة وذلك لتقليل ضوضاء الخلفية وذات كفاءة أعلى من غرف التأين المملوء بالغاز.

١٥ - في العداد الومضي يتناسب عدد الالكترونات المنطلقة من المهبط الفوتوني مع الطاقة المتصلة من البلورة . ويمكن بواسطة الكشف عن التوتونات ذات الطاقات المختلفة، كما يمكن الكشف بواسطته عن جسيمات بيتا. انظر شكل ( ١٠ - ٣ ) .

١٦ - ان العدادات الكاملة للانسان تتطلب دروع سمكية لتحسين النسبة بين الاشارة والضوضاء الكهربائية. شكل ( ١٠ - ٤ ) .



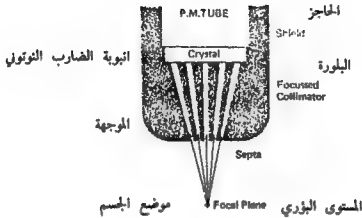
شكل (١٠ - ٤) اختبارات تتضمن مواد مشعة

١٧ - المساح الخطي rectilinear ذو بلورة ايوديد الصوديوم له ضارب فوتوني واحد في كل رأس وهو قادر على التفرقة بين النويدات المشعة المختلفة .

١٨ - ان كاميرا الجاما تستخدم للدراسات الكمية للعمليات الفسيولوجية . وتنتج صور اسرع من الماسح .

١٩ - بلورة كاميرا الجاما قد تتلف impaired عن طريق التغير من درجة الحرارة ، وكذلك الميوعة hydroscopic .

٢٠ - إن موجهة الحفرة الموازية لكاميرا جاما تمتص الاشعة المشتتة وتوجه الفوتونات الى البلورة الوميضية وتمتص الفوتونات الساقطة شكل (١٠ - ٥) .



شكل ( ١٠ - ٥ ) جاما كاميرا

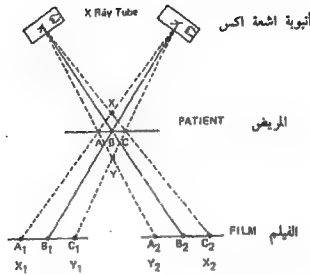
٢٦ - ان دقة موجهه الحفرة المتوازية يتحسن بزيادة طول الحفر ويتشكل قطر الحفر .

٢٢ - ان حساسية كاميرا جاما التي تحتوي على موجه الحفر المتوازية تقل بواسطة زيادة طول الحفر وكذلك بزيادة سمك الفجوات septal وتقليل حجم الحفر .

٢٣ - العيوب (Artefacts) المتولدة في كاميرا جاما نتيجة التغير في تغذية القدرة والتغير في درجة حرارة البلورة وكذلك عدم التقييم الصحيح للمستحضرات الصيدلانية المشعة .

٢٤ - في الانبعاث من جهاز الأشعة المحورية المقطعية بالكمبيوتر يمكن استخدام النويدات المشعة التي ينبعث منها بوزيترون . ويمكن بواسطته رؤية مقاطع عرضية من المريض .

٢٥ - يستخدم جهاز الاشعة المحورية المقطعية بالكمبيوتر كواشف وميضية متحركة وكذلك تسهيلات تخزين الصورة . واستخدمت الأفلام كذلك شكل ( ١٠ - ٦ ) .



شكل ( ١٠ - ٦ ) الأشعة المحورية المقطعية

٢٦ - ان كواشف الوميض السائلة يستخدم مفرقات discriminators . وقد تستخدم دوائر توافقية وهي قادرة على عد عينات من نويدتين مشعيتين .

٢٧ - ان العد الوميضي السائلي قد يستخدم لعد أشعة جاما ذات الطاقة المنخفضة وقد تصل كفاءتها الى ٥٠٪ في حالة بواعث بيتا .

٢٨ - ان الوميضات السائلة قد تحتوي على اكثر من محلول وتوضح quenching عند توفر اكسوجين وكذلك عند توفر رابع كلوريد الكربون .

٢٩ - عند تصوير المرضى باستخدام النويدات المشعة تستخدم أنظمة التسجيل ( فيلم التصوير وشريط المغناطيسي ) .

٣٠ - يستخدم فيلم التصوير للتصوير بواسطة النويدات المشعة لتسجيل عدة صور على كل لوح التسجيل دائم .

٣١ - انابيب اشعة المهبط تستخدم ظاهرة الانبعاث الايوني الحراري .

٣٢- يستخدم الكمبيوتر العددي في التصوير بالنويدات المشعة والمبرمج بطريقة الفورتران .

٣٣- يستخدم الكمبيوتر في الطب النووي للدراسات الديناميكية ولتقدير اداء الجهاز ولدراسة مناطق الاهتمام في التصوير العضوي .

٣٤- يجب أن تكون المصادر مشعة لاختبار الجودة لكاميرا جاما مدرعة خلال التخزين ويجب معايرتها قبل الاستخدام وقد تكون مصدر نقطي .

٣٥- اختبارات الجودة على نظام كاميرا جاما تتضمن مراقبة اداء انبوب الضارب الفوتوني ويجب اجراؤه دورياً ويمكن استخدامه لتقدير كفاءة النظام .

٣٦- تستخدم النويدات المشعة ذات متوسط نصف عمر عدة ايام للعلاج .

## مراجع

Parker R.P., Smith P.H.S., Taylor D.M. 1978, Basic of nuclear science, Churchill Livingstone, Edinburgh.

Sorenson J.R., Phelps M.E. 1980 Physics in nuclear medicine, Grane and Stratton, New York.

## مصطلحات علمية

radionuclide	نويدات مشعة
generators	مولدات
saline	محلول ملحي
concentration	تركيز
isotope	نظير
injection	حقن
sterile	تعقيم



radiopharmaceutical	مستحضرات صيدلانية مشعة
kit	صندوق - حقيبة
carries-free	حامل حر
mean life	متوسط العمر
physical half life	نصف العمر الطبيعي
reaction	تفاعل
geiger counter	عداد جيجر
standard well scintillation counter	العداد الوميضي ذو البئر القياسي
whole body counter	عداد الكامل للإنسان
rectilinear scanner	مساح خطي
gamma camera	كاميرا جاما
crystal	بلورة
collimator	موجهة
computerized	يعمل بالكمبيوتر
axial	محوري
tomography	مقطعي
liquid scintillation	الوميض السائل
imaging	التصوير
recording system	نظام التسجيل
photographic film	فيلم التصوير
quality control	تأكيد الجودة



## الفصل الحادي عشر

### التشخيص بالأشعة

### Diagnostic Radiology

١ - إن قاعدة فيلم الأشعة السينية تلخل في الكثافة الضوئية.

٢ - تتكون المستحلبات الأشعة السينية من بلورات من بروميد الفضة.

شكل ( ١١ - ١ ) .



شكل ( ١١ - ١ ) فيلم الأشعة السينية

٣ - إن مستحلبات الأشعة السينية ذات سمك من ١/١٠ إلى ٢/١٠

ميكرومتر (الميكرومتر واحد من المليون من المتر).

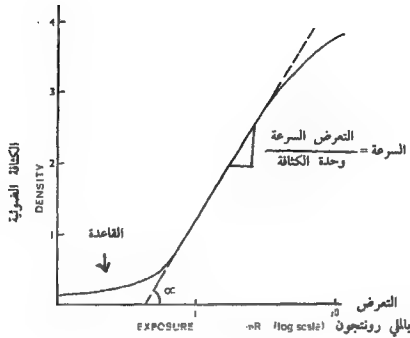
٤ - الكثافة الضوئية ليست لها وحدة وهي كمية عينية =  $\frac{\text{الشدة الأصلية}}{\text{الشدة النهائية}}$

٥ - إن المنحنى المميز للفيلم يحدد بواسطة الكثافة الضوئية ويعطي

معلومات بالنسبة الى سرعة الفيلم شكل ( ١١ - ٢ ) .

٦ - ان كثافة القاعدة او كثافة الضباب في الفيلم قد تكون راجعة الى

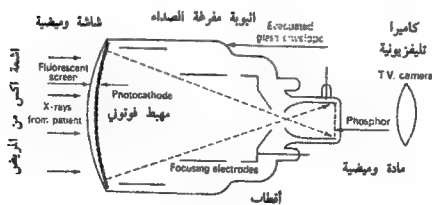
اشعاع الخلفية وهي تتأثر بظروف التخزين شكل ( ١١ - ٢ ) .



شكل ( ١١ - ٢ ) منحنى الفيلم المميز

- ٧ - ان خواص فيلم الاشعة السينية هي السرعة والحساسية .
- ٨ - ان سرعة فيلم الاشعة السينية هي التعرض اللازم للحصول على وحدة من الكثافة الضوئية وهو مقلوب الحساسية وتزيد عن استخدام مستحلبين . شكل ( ١١ - ٢ ) .
- ٩ - اظهار الجسم يعبر عنه كلوغريتم النسبة لشدتين من الاشعة السينية . وهو يتناسب مع الفرق في معاملين توهين خطيين .
- ١٠ - الاظهار الشيء ويعرف ايضا بالاظهار التصويري وهو يساوي الفرق في كثافتين ضوئيتين .
- ١١ - اظهار الفيلم يقل اذا زادت كثافة ضباب (خلفية) القاعدة ويساوي الاظهار الشيء على اظهار الجسم ويختلف مع زمن التحميص .
- ١٢ - يعتمد الاظهار التجسيمي على ظروف الرؤية .

- ١٣ - شدة الاشعاع المشتت تعتمد على سمك المريض .
- ١٤ - تستخدم الطرق التالية لتقليل شدة الاشعة المشتتة المتولدة في مريض : وهي تغير في جهد الأنبوبة - الضغط compression وتصغير في مساحة الشعاع الأولي .
- ١٥ - تستخدم الشبكات الثانوية كمتوازية خطية - متقاطعة وتجميع من نوع pseudo .
- ١٦ - تنتج صور ذات نوع رديء نتيجة ميل الشبكة وعدم التركيز العرضي واستخدام شبكة مجمعة .
- ١٧ - معامل الاظهار المحسن يساوي نسبة الاظهار مع الشبكة إلى الاظهار بدون الشبكة ويتغير ببطء مع فرق الجهد ويعتمد على سمك المريض .
- ١٨ - معامل الشبكة يمكن التعبير عنه بدلالة النسبة بين شدتين اشعاعيتين . أو النسبة بين تعرضين اشعاعيين وتزيد اذا زاد المحتوى الرصاصي للشبكة .
- ١٩ - اذا زادت نسبة الشبكة بتحسين الاظهار .
- ٢٠ - ان شاشة التكبير تصنع من مادة ذات عدد ذري عالي وهي مادة مستشعة وذات معامل انكسار صغير شكل ( ١١ - ٣ ) .



شكل ( ١١ - ٣ ) مكبر الصور

- ٢١ - ان الغرض من شاشة التكبير تقليل جرعة المريض ولاستخدام تعرضات اصغر .
- ٢٢ - ان شاشات التكبير قد تكون مزودة أو منشطة بعنصر ترييوم Terbium .
- ٢٣ - ان معامل التكبير للشاشة يعتمد على سمك الشاشة وهو ليس له وحدة وتعتمد على معامل تحويل الاشعة السينية الى ضوء .
- ٢٤ - عند سقوط الاشعة السينية على شاشة التكبير فإن الشاشة قد تشتت الاشعة السينية وقد تولد الالكترونات فوتونية .
- ٢٥ - ان الشاشات المستشعة تستخدم كبريتيد الكاديوم كمادة مستشعة .
- ٢٦ - ان حدة الرؤية للعين اقل لفضيض الرؤيا عنه بالنسبة الى مخروط الرؤيا ويمكن التعبير عنه بدلالة ازدواج الخطية لكل ملم ويعتمد على شدة الضوء المنبعث من الشاشة المستشعة .
- ٢٧ - ان تأقلم للظلام يسمح للعين لاستخدام الرؤيا scotopic .
- ٢٨ - ان مكبرات الصور ذات مصعد ومهبط فوتوني . شكل ( ١١ - ٣ ) .
- ٢٩ - ان المهبط الفوتوني لمكبر الصور يكون عادة سالب بالنسبة الى المصعد .
- ٣٠ - ان اضاءة الشبكة لمكبر الصور يعتمد على نسبة مساحة المدخل الوميضي الى المخرج الوميضي . ويعتمد على فرق الجهد بين المصعد والمهبط وقد يكون التكبير عالي حتى ٥٠٠٠ .
- ٣١ - عند استخدام مكبرات الصور فإن التأقلم بالظلام غير ضروري وقد يصاحبه بعض التشويه الهندسي للصورة .
- ٣٢ - تستخدم كاميرا التلفزيون في التصوير بالاشعة وذلك عن طريق ربطها مع مكبر الصور .

٣٣ - ان خواص كاميرا التلفزيون توصف بدلالة الدقة - الحساسية  
lag.

٣٤ - ان دقة النظام التلفزيوني محدودة بعدد خطوط المسح ويعبر عنها  
بدلالة الخطوط المزدوجة لكل ملليمتر .

٣٥ - ان الكاشف المستخدم في التصوير بالطريقة الجافة مصنوع من  
مادة ذات توصيل فوتوني مثل السليسيوم . Selenium .

٣٦ - تعتمد حساسية الكاشف المستخدم في التصوير بالطريقة الجافة  
على سمك الكاشف ويعرف بأنها مقلوب التعرض لتقليل الشحنة على  
الكشاف الى ١/٢ القيمة الأولية.

٣٧ - ان مزايا التصوير بالأشعة بالطريقة الجافة هي زيادة الحافة  
وكذلك يمكن رؤية الخلايا الرخوة والعظام على نفس الصورة .

٣٨ - ترى الصورة المكونة في التصوير الجاف بواسطة الضوء  
المنعكس وتتولد عن طريق تحميض المسحوق السحابي وقد تكون موجبة أو  
سالبة .

٣٩ - التكبير بالتصوير بالأشعة يساوي النسبة بين البعد البؤري للفيلم  
الى مسافة البلد البؤري للجسم . وتستخدم فقط بؤرية صغيرة .

٤٠ - ان شاشات التكبير المستخدمة في التكبير بالتصوير بالأشعة تسبب  
عدم وضوح أقل بسبب الضوء .

٤١ - عند استخدام تكبير بالتصوير بالأشعة يحدث زيادة في جرعة  
المريض ويزيد كذلك عدم الوضوح .

٤٢ - ان دالة النقل التغيري يعبر عنها بالنسبة بين المعلومات المسجلة الى المعلومات المتوفرة في الشعاع السيني وهي كذلك تعكس المعلومات المفقودة عند تسجيل الأشعة السينية وقد تشكل من تحليلات فرير Fourier .

٤٣ - تتطلب كاميرات السينيا المستخدمة مع نظام مكبر الصورة نظام عدسة tandem لتحسين الكفاءة الضوئية ويستخدم حركة فيلم أمامية وخلفية على فترات intermittent .

٤٤ - في التصوير بطريقة النبضة السينمافلورية تقل الجرعة للمريض بالنسبة الى التي يتعرض لها بطريقة السني التقليدية . ويكون الميلي امبير/ ثانية لكل حامل يساوي عرض النبضة مضروب في تيار الانبوبة .

٤٥ - ان السيني النبضي يوافق التعرض للأشعة السينية مع حركة فتحة (shutter) الكامير. وهي ذات تحكم كثافة اوتوماتيكي . وقد تستخدم مستوى ثنائي bi - plane .

٤٦ - ان دقة نظام التصوير بطريقة السينما فلور تتأثر بواسطة حجم الوميض الخارجي وكذلك قدرة التحليل للفيلم .

٤٧ - لعدسة اي(نظام) كاميرا فإن العدد f يساوي = البعد البؤري + القطر . ويعتمد التكبير على حجم الجسم .

٤٨ - المقطعية هي طريقة لتصوير اجزاء من الجسم وتحصل عليها عن طريق تحرك المريض والفيلم . انظر شكل ( ١٠ - ٦ ) .

٤٩ - تتطلب الأجهزة المقطعية نقطة محورية حول نقطة ثانية وهي ذات مستوى رافعة متغير .

٥٠ - ان مستوى الرافعة المقطعية يحدد المستوى الذي يبقى في البؤرة



ويصل كنقطة ارتكاز لانبوية اشعة اكس والفيلم .

٥١ - ان علبة الأجزاء المتعددة تقلل جرعة الاشعاع الى المريض عند تصوير عدة مستويات وتتطلب زيادة في الجهد وتستخدم في الاشعة المحورية المقطعية بالكمبيوتر .

٥٢ - عند استخدام حركة دائرية مقطعية نزداد زاوية التعرض وقد تحدث عيوب artefacts عند تصوير تراكيب دائرية وتزيد درجة عدم الدقة blurring .

٥٣ - التصوير بطريقة بالتومو يستخدم لتصوير الاسنان ويستخدم شعاع رقيق بين الاشعة السينية ويتطلب من حافظة خاصة منحنية .

٥٤ - من عيوب التصوير بالطريقة المحورية المقطعية العرضية حدوث تحركات غير واضحة وعدم القدرة على التعريف بسبب طول المسافة بين الجسم والفيلم .

٥٥ - يستخدم جهاز التصوير المحوري المقطعي بالكمبيوتر على كرسي للمريض متحرك وبنك من الكواشف الومضية .

٥٦ - ان الصورة من المسح بطريقة المقطعية بالكمبيوتر تخزن في كومبيوتر عددي ويمكن تخزينها للتخلص من ضوضاء الخلفية .

٥٧ - في جهاز المسح بطريقة المقطعية بكمبيوتر تدور انبوية اشعة اكس خلال ٣٦٠ درجة وتستخدم اشعة سينية بجهد ١٢٠ كيلوفولت ويمكن تصوير طبقتين مقطعتين في ان واحد .

٥٨ - يحدث التصوير الحراري thermography صور بواسطة الكشف عن موجات كهرومغناطيسية طويلة .

٥٩ - ان عيوب التصوير الحراري يتطلب تبريد جلد المريض وكذلك الضوضاء الناتجة من تمدد الكاشف .

٦٠ - ان التصوير بطريقة الرنين النووي المغناطيسي يتم بواسطة اشعاع موجات الراديو ويكشف عن وجود البروتونات في ماء الجسم ويتضمن امتصاص الطاقة بالبروتونات .

٦١ - مع الرنين النووي المغناطيسي يستخدم مغناطيس كهربي ويكون المريض في مجال مغناطيسي .

٦٢ - مع الرنين النووي المغناطيسي استرخاء البروتون هام ويقوم البروتون بإعادة اشعاع الطاقة بعد نزع نبضة تردد الراديو . وتهبط شدة الاشارة المعاد تشخيصها اسيا .

٦٣ - في عملية الرنين النووي المغناطيسي تحرر البروتونات الطاقة الى الجزئيات المجاورة عندما تسترخي . كما ان تجاور الماء مع الخلايا ذات بروتينات مرتبطة بالقرب من البروتين ذو زمن استرخاء قليل . كما ان الكبد ذو زمن استرخاء صغير .

٦٤ - في عمليات الرنين النووي المغناطيسي يصل زمن الاسترخاء البروتون المغزلي للخلايا الى ٢٠٠ ميلي ثانية .

٦٥ - يتم في التصوير بطريقة الرنين النووي المغناطيسي على انبوبة اشعة المهبط وذلك بالنسبة الى انسجة الجسم مقطعيًا .

٦٦ - يتكون الكمبيوتر من وحدة مدخل ووحدة مخرج ووحدة سيطرة .

٦٧ - في لغة الكمبيوتر ان BIT ( بيت ) عبارة عن عدد من النظام الثنائي وان الكلمة ward هي موقع لأكثر من ٨ بيت وان بت ( byte ) هي موقع لعدد ٨ بيت .

٦٨ - ان تسهيلات التخزين الدائم متوفر في نظام الكمبيوتر بواسطة قرص المغناطيس والشريط المغناطيسي والطابع التلفزيوني .

٦٩ - يمكن توصيل برنامج الى الكمبيوتر بواسطة قرص مغناطيسي -  
شريط ورقي وطابع التلفزيوني .

٧٠ - تستخدم الكمبيوتر في الفيزياء الطبية لتخزين صور من راسم  
المقطعي بالكمبيوتر والدوائر الديناميكية من كاميرات جاما ومخططات العلاج  
بالاشعة .

### مراجع

- 1 - Christensen EE, Curry TS, Dowdey JE, 1978, An Introduction to the Physics of diagnostic radiology, Lea and Febiger, Philadelphia.
- 2 - Hill DR, 1979, Principal of diagnostic X - ray apparatus, Mac Millan, London.
- 3 - Johns HE, Cunningham JR, 1980, The Physics of Radiology, Thomas, Illinois, Ch. 16.
- 4 - Smith FW, 1981, Radiography, No 564, Whole body nuclear magnetie reasonance imaging.
- 5 - Ter - Pogassian MM, 1967, The Physical aspects of diagnostic radiography, Hæber, New York.
- 6 - Thompson TT, 1978, A practical Approach to modern X - ray equipment, Little, Brown and Co. Boston.
- 7 - Vickery BL 1979, Computing principles and techniques, Hilger, Bristol.

### مصطلحات علمية

radiology	تصوير بالأشعة
diagnostic	تشخيص
X - ray film	فيلم الأشعة اكس

emulsion	مستحلب
optical density	الكثافة الضوئية
crystal	بلورة
silver bromide	بروميد الفضة
micrometer ( $\mu$ m)	ميكرومتر
Characteristic Curve	المنحني المميز
fog density	كثافة ضبابية
speed of X - ray film	سرعة فيلم اشعة اكس
contrast	تباين
objective	شيء
subjective	موضوعي
intensifying screen	شاشة مكبرة
adaptation	تأقلم
brightness	لمعان
Television Camera	كاميرا تليفزيون
Xero radiography	التصوير الجان
Cine Camera	كاميرا سينا
Cine Fluorography	تصوير بالسينا فلوريه
pulsed cine	سينا نبضية
synchronise	توافق
camera shutter	حديقة ( فتحة الكاميرا )
Lens of the camera	عدسة الكاميرا
Speed of the Lens	سرعة العدسة
focal length	البعد البؤري
Tomography	التصوير بالأشعة المقطعية

patient	مريض
sharpness	الحدة
Tomographic equipment	جهاز التصوير بالأشعة المقطعية
pivot	مرتكز
fulcrum	نقطة الارتكاز
Cassette	علبة
Pantomography	التصوير الصامت
computerised axial tomography	جهاز التصوير بالأشعة المقطعية بالكمبيوتر .
scanning	ماسح
Thermography	التصوير الحراري
nuclear	نووي
magnetic	مغناطيس
resonance	رنين
protons	بروتونات
relaxation	استرخاء
signal	إشارة
proteins	بروتينات
computer	كمبيوتر
input unit	وحدة المدخل
control unit	وحدة التحكم
output unit	وحدة المخرج
Computer Jargon	لغة الكمبيوتر
Storage Facilities	تسهيلات تخزينية
magnetic disc	قرص مغناطيس

**magnetic tapes**

شريط مغناطيس

**teleprinter**

طابعة كهربية

**medical physics**

الفيزياء الطبية

**photo conductive**

التوصيل النوتوني

## الفصل الثاني عشر

### فيزياء العلاج بالأشعة

### Physics of Radiotherapy

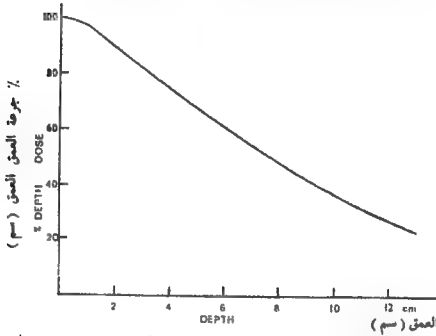
- ١ - نسبة جرعة العمق في شعاع الأشعة السينية:
  - تزيد مع حجم المجال.
  - تزيد مع زيادة الترشيح.
  - تزيد مع طاقة الشعاع السيني ، شكل (١٢ - ١) .



شكل (١٢ - ١) تشتت الأشعة خلفيا

- ٢ - تعتمد نسبة جرعة العمق على:
  - طاقة الشعاع الأولي.
  - مسافة المصدر من الجلد.
- ٣ - معامل التشتت الخلفي لشعاع سيني:

- يختلف مع حجم المجال.
- يكون أقل للفوتونات بطاقة واحد مليون إلكترون فولت عن فوتونات ٢٥٠ كيلوفولت لنفس حجم المجال ، شكل (١٢ - ٢) .



منحنى جرعة العمق لأشعة اكس - ٢٥٠ كيلو فولت المجال (١٠ × ١٠ سم) وعلى بعد ٥٠ سم .  
شكل (١٢ - ٢)

#### ٤ - اشعة التشتت الخلفي :

- تعتمد شدتها على شكل المجال .
- وتدخل في جرعة الجلد للمريض .
- ٥ - تكون نسبة جرعة العمق في الماء عند عمق ١٠ سم لمجال ١٠ × ١٠ سم عند استخدامه .

- ٣٦٪ بالنسبة لشعاع ذو جهد ٢٥٠ كيلوفولت وعلى بعد بؤري من الجلد ٥٠ سم لشعاع ذو ترشيح ٢ ملم نحاس (طبقة نصف القيمة).



٥٨ - بالنسبة لشعاع من اشعة جاما - كوبالت - ٦٠ على بعد ١ متر (مسافة الجلد - للمصدر).

٦ - تزيد نسبة جرعة العمق لشعاع سيني مع المسافة بين البؤرة والجلد للمريض بسبب:

- زيادة عدد فوتونات على العمق الى الفوتونات على السطح.

- قلة الانفراج الشعاعي .

٧ - ان اتجاه منحنيات تساوي الجرعة لشعاع سيني ذو جهد ٢٥٠ كيلوفولت يسبب :

- انحراف الشعاع

- عتامة الترشيح .

- الامتصاص الذاتي في هدف انبوية اشعة اكس . شكل (١٢ - ٣) .

٨ - المرشحات المائلة

- قد تستخدم للتيابن مع فراغات الهواء .

- تستخدم لتحسين انتظامية الجرعة للمنطقة المعالجة .

٩ - مرشحات المائلة المستخدمة لاشعة جاما . - الكوبالت - ٦٠ -

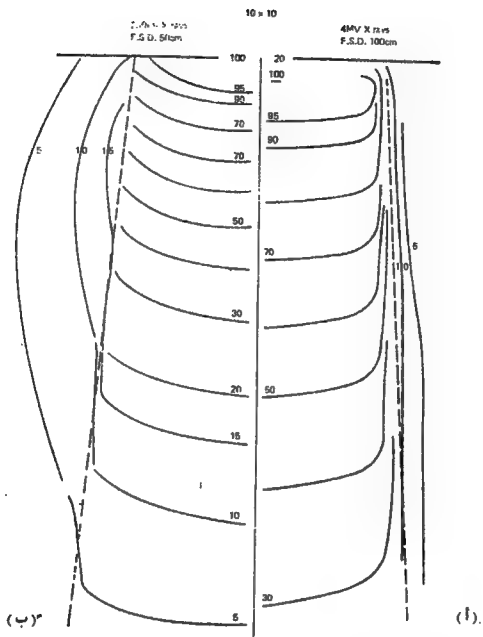
مصنعة من الرصاص .

١٠ - ان المياين النسيجي عبارة عن جهاز يستخدم في العلاج بالاشعاع ويعمل على تحسين انتظامية توزيع الجرعة .

١١ - ان عمق اقصى جرعة ساقطة من شعاع علاجي باستخدام وحدة الكوبالت - ٦٠ :

- يكون على عمق ٥ ملم .

- ويكون اكبر نسبة الى شعاع علاجي من وحدة السيزيوم - ١٣٧ .



أ - ٤ مليون إلكترون فولت - اشعة أكس  
ب - ٢٥٠ كيلو إلكترون فولت - اشعة أكس

شكل (١٢ - ٣) منحنيات تساوي الجرعة

١٢ - اذا فصل بين شعاعين من الكوبالت - ٦٠ بواسطة نسيج سمكه ٢٠ سم وكانت المسافة بين المصدر وجسم المريض متر لكل من المجالين فإن نسبة جرعة العمق على بعد ١٠ سم تكون اكبر من ١٠٠٪. ولن تحدث جرعة قصوى على الجلد.

١٣ - ان مصدر العلاج بإشعاع كوبالت - ٦٠:

- ذو مادة فعالة في شكل اقراص من الكوبالت.

- أو في شكل كبسولات من الكوبالت.

- وعادة فإنه مغلف بطبقتين من الحديد الذي لا يصدأ.

١٤ - ان مصدر العلاج بإشعاع السيزيوم - ١٣٧ قد يستخدم على شكل كلوريد السيزيوم.

١٥ - تستخدم النويدات التالية كمصادر داخلية interstitial مثل ( 137 - CS - السيزيوم - ١٣٧ ) و ( الذهب - ١٩٨ - 198 - Au ) .

١٦ - ان النشاط الاشعاعي الكلي المستخدم لزرع السيزيوم ١٣٧ يعتمد على:

- كتلة النسيج المعالج.

- الجرعة الكلية المزروعة للعلاج.

١٧ - اسلاك الايريديوم - ١٩٢ - 192 - Ir .

- تكون عادة مغطاة بالبلاتينيوم.

- تشع جسيمات بيتا.

- وقد تستخدم كمصادر تجميل لاحقة.

١٨ - تستخدم المعجل الخطي في العلاج بالاشعة ذو مرشد موجات وبه تعجل الالكترونات. كما انه مزود بمرشح flattening .

١٩ - تسوية المعجلات الخطية :

- بها اهداف انتقالية لتوليد اشعة اكس.

- قادرة على توليد حزم من الاشعة السينية ذات مناطق شبه ظل صغيرة.

- المستخدم في العلاج بالاشعة يمكن توجيهها بتركيز متساوي isocentrically .

٢٠ - تستخدم البيئاترونات في العلاج بالاشعة :

- تستخدم مغناطيس كهربي .

- ذات شبكة filament

- قد تستخدم في العلاج بالالكترونات .

### المراجع

Johns H.E., Cunningham J.R. 1980. The Physics of Radiology. Thomas, Illinois, chs. 10-14.

Meredith W.J., Massey J.B. 1977, Fundamental Physics of radiology, section 3., Wright, Bristol.

Walter J. 1978 Cancer and radiotherapy, Churchill Livingstone, Edinburgh.

### مصطلحات علمية

radiotherapy	العلاج بالاشعاع
percentage	نسبة مئوية
depth	العمق
dose	الجرعة
beam	حزمة او شعاع
field	مجال

size	حجم (مساحة)
filtration	الترشيح
source	مصدر
skin	جلد (المريض)
distance	مسافة
back scatter	التشتت الخلفي
factor	معامل
HVL	طبقة نصف العمق
Cobalt- 60	كوبالت - ٦٠
Caesium-137	سيزيوم - ١٣٧
FSD	مسافة المصدر من الجلد (المريض)
FSD	المسافة من بؤرة انبوية جهاز الاشعة وجلد المريض
carvature	انحاء
isodose	تساوي الجرعة
wedge	مرشح معدني على شكل مثلث
filters	مرشحات
tissue	نسيج
compensator	معادل
device	جهاز
maximum	قيمة عظمى
interstitial	داخلي
implant	زرع ( المصدر بالجسم )
interstitial sources	مصادر داخلية
iridium- 192	ايرديوم - ١٩٢
wires	اسلاك

linear accelerator

معجل خطي

Betatron

البيتاترون

### مراجع عامة

- ١ - د. محمد احمد جمعة والسيد صلاح الدين مصطفى - الاشعاع الذري - دليل وطرق الوقاية - دار الراتب الجامعية - بيروت ١٩٨٤ .
- ٢ - د. محمد احمد جمعة - تلوث البيئة والاشعاع والأمان - مكتبة الخريجي - الرياض - ١٩٨٥ .
- 3 — THE Bryant and 3 Lovell, MCQs in Radiological Physics 1983 Churchill Livingstone, London.

## ملحق (١)

### النظام الدولي للوحدات

#### International System of Units

m	متر	الطول
Kg	كيلوجرام	الكتلة
s	ثانية	الزمن
°C	كلفن	درجة الحرارة
A	أمبير	تيار
$S^{-1} = Hz$	هرتز	تردد
$Kg.m / s^2 = N$	نيوتن	القوة
$N / m^2 = Pa$	پاسكال	ضغط
$N.m = J$	جول	طاقة
$J.S^{-1} = W$	واط	قدرة
$A.S = C$	كولومب	الشحنة
$J / C = V$	فولت	جهد
$V / A = \Omega$	اوم	مقاومة
$C / V = F$	فاراد	سعة
$Wb / A = H$	هنري	محث
$V.S = Wb$	وير	كثافة المغناطيس
$f.v M l j v h v f y = T$	كسلا	عش مغناطيسي

## ملحق (٢)

### ثوابت فيزيائية

- ١ - وحدة الانجستروم  $10^{-10} = \text{Å} = 10^{-10} \text{ مكرومتر} = 10^{-8} \text{ سم}$ .
- ٢ - ثابت أفوجادرو  $N = 6,022 \times 10^{23}$  لكل مول.
- ٣ - نصف قطر بوهر  $m = 0,52917 \times 10^{-10} \text{ انجستروم}$ .
- ٤ - ثابت بولتزمان  $K = 1,38 \times 10^{-23} \text{ جول / كلفن}$ .
- ٥ - وحدة الشحنة  $q = 1,602 \times 10^{-19} \text{ كولومب}$ .
- ٦ - كتلة الإلكترون الساكن  $m_0 = 9,1 \times 10^{-31} \text{ كيلوجرام}$ .
- ٧ - الإلكترون فولت  $eV = 1,6 \times 10^{-19} \text{ جول}$ .
- ٨ - ثابت الغاز  $R = 8,314 \text{ كالوري لكل مول . كلفن}$ .
- ٩ - ثابت بلانك  $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ جول - ثانية}$ .
- ١٠ - ثابت بلانك المختصر  $T = 1,054 \times 10^{-34} \text{ جول - ثانية}$ .
- ١١ - كتلة البروتون الساكن  $M_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ كيلوجرام}$ .
- ١٢ - سرعة الضوء من الفراغ  $C = 2,9979 \times 10^{10} \text{ سم / ث}$ .
- ١٣ - ضغط الجوي القياسي  $101325 \times 10^5 \text{ نيوتن / متر مربع}$ .
- ١٤ - طول الموجة للوافق
- ١٥ - سيلكون - عرض المنطقة المحرمة عند ٣٠٠ كلفن
- ١٦ - جرمانيوم - عرض المنطقة المحرمة عند ٣٠٠ كلفن
- ١٧ - جرمانيوم أوزنيك - عرض المنطقة المحرمة عند ٣٠٠ كلفن

لواحد الكترون فولت

$$1,24 = Y \text{ مكرومتر}$$

$$1,12 = \text{الالكترون فولت}$$

$$0,76 = \text{الالكترون فولت}$$

$$1,424 = \text{الالكترون فولت}$$











شعبة منشورات  
**دار الراغب الجامعية**  
DAR EL-RATEB AL-JAMIAH

□ الإدارة: مقابل جامعة بيروت العربية - بناية استوديو رقم (٣) الطابق ٩ تلفون ٣٣٩٩٢٤ - ٣١٧١٩٩ فاكس : 43917 LE Rateb  
□ المكتبة: سوق بير - مقابل جامعة بيروت العربية - بناية مسجد جعفر - تلفون ٣٠٦٥٠٥ ص.ب. ١٩٥٢٢٩ بيروت - لبنان